



Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera

**“Afectación de la calidad del Suelo por la
Incorrecta Manipulación y
Almacenamiento de las Fracciones de
Hidrocarburos F1 y F3, en la Empresa
Bike Tuning, Arequipa – 2018”**

Autores:

Greysy Marilia Pari Pilco

Karolay Vanessa Yacolca Torres

Para obtener el Título Profesional de:

Ingeniero de Seguridad Industrial y Minera

Asesor: Ing. Jorge Antonio Delgado Pacheco

Arequipa, marzo del 2019

Dedicatoria

A Dios, por permitirnos llegar a este punto importante de nuestra profesión.

A nuestros padres, por el apoyo constante, por ser nuestros pilares más importantes en nuestras vidas y por brindarnos su apoyo incondicional.

Agradecimientos

A la Universidad Tecnológica del Perú, por permitirnos ser parte de ella.

A nuestros padres, por siempre brindarnos su apoyo incondicional.

A nuestro asesor, por el constante apoyo, orientación y motivación.

RESUMEN

El presente estudio no experimental tuvo como principal objetivo explicar y evaluar la relación entre el derrame o vertimiento de Fracciones de Hidrocarburos F1 y F3 y la contaminación de los suelos donde estos se producen. El método utilizado para determinar la concentración de fracción de hidrocarburos F1 y F3 es el método EPA 8015C, haciendo uso de la cromatografía de gases. Los resultados de los análisis reportan que en el punto 2 de muestreo no existe la presencia de la Fracción de Hidrocarburos F1 y F3 ya que en esta área no realizan actividades que demanden el uso de hidrocarburos. Con respecto al punto 1 de muestreo en la muestra superficial y la muestra de fondo de suelo si existe concentración de ambas fracciones de hidrocarburos en mención. El Estándar de Calidad Ambiental para suelo, considera como concentración permitida hasta 500 mg/kg para la Fracción de Hidrocarburos F1 en un suelo Comercial/Industrial/Extractivo, y para la Fracción de Hidrocarburos F3 5000 mg/kg. Mediante el análisis de laboratorio se obtuvo que la Fracción de hidrocarburos F1 en el punto 1 excede en 4,21 veces al valor establecido para la superficie y en cuanto a fondo de suelo excede en 2,52 veces dicho valor. Para la fracción de hidrocarburos F3 la muestra superficial excede en 2,34 veces mientras que la muestra de fondo de suelo no excede el valor establecido. El estudio concluye que existe una contaminación a consecuencia de los derrames o vertimientos de las Fracciones de

Hidrocarburos F1 y F3 además se comprobó que dichos productos derivados del petróleo si filtran en suelos de textura arenosa.

Palabras Clave: Fracción de Hidrocarburos F1, Fracción de Hidrocarburos F3, Contaminación del Suelo, Suelo arenoso, Estándar de Calidad Ambiental para Suelo.

ABSTRACT

The main objective of this non-experimental study was to explain and evaluate the relationship between the spillage or dumping of F1 and F3 Hydrocarbons Fractions and the contamination of the soils where they are produced. The method used to determine the concentration of F1 and F3 hydrocarbon fraction is the EPA 8015C method, making use of gas chromatography. The results of the analysis report that in point 2 of sampling there is no presence of F1 and F3 Hydrocarbons Fraction since in this area they do not carry out activities that demand the use of hydrocarbons. With respect to sampling point 1 in the surface sample and the soil bottom sample if there is a concentration of both hydrocarbon fractions in mention. The Environmental Quality Standard for soil, considers as permitted concentration up to 500 mg / kg for the F1 Hydrocarbons Fraction in a Commercial/Industrial/Extractive soil, and for the F3 Hydrocarbons Fraction 5000 mg / kg. Through the laboratory analysis it was obtained that the F1 hydrocarbons fraction in point 2 exceeds in 4.21 times the value established for the surface and in terms of soil background it exceeds in 2.52 times said value.

For the F3 hydrocarbon fraction the surface sample exceeds 2.34 times while the soil bottom sample does not exceed the established value. The study concludes that there is a

contamination as a result of the spills or dumping of the F1 and F3 Hydrocarbons fractions, besides it was proved that said petroleum products if they filter in soils of Sandy texture.

Keywords: F1 Hydrocarbon Fraction, F3 Hydrocarbon Fraction, Soil Pollution, Sandy Soil, Environmental Quality Standard for Soil.

ABREVIATURAS

EPA: Agencia de Protección Ambiental

ECA: Estándar de Calidad Ambiental

TPH: Hidrocarburos total de Petróleo

HAP: Hidrocarburo aromático policíclico

USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

API: American Petroleum Institute

SAE: Society of Automotive Engineers

NLGI: National Lubricating Grease Institute

RESPEL: Residuos Peligrosos

GC-FID: Gas Chromatography with Flame Ionization Detector

INACAL: Instituto Nacional de calidad

MINAM: Ministerio del Ambiente

P1: Punto de muestreo 1

P2: Punto de muestreo 2

CIC: Capacidad de Intercambio catiónico

PPM: Partículas por millón

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Área de potencial interés: Se trata de áreas identificadas durante la Fase de Identificación en las cuales existen indicios o evidencias de contaminación del suelo, sobre el cual se realizarán las labores de muestreo.

Contaminante: Cualquier sustancia química relacionada a actividades antrópicas susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.

Derrame: Cualquier descarga, liberación, rebose o vertido debido a una práctica inadecuada o hecho accidental de hidrocarburos o líquidos peligrosos en el suelo.

Fracción de Hidrocarburos F1 o ligera: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen entre seis y diez átomos de carbono (C6 a C10)

Fracción de Hidrocarburos F3 o pesada: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen mayor a veintiocho y hasta cuarenta átomos de carbono (>C28 a C40).

Muestra simple: Las muestras colectadas en un tiempo y en un lugar particular son llamadas muestras simples. Este tipo de muestras representa las condiciones puntuales de una muestra de la población en el tiempo que fue colectado. Estas muestras siempre se aplicarán para compuestos orgánicos volátiles (COV's), Hidrocarburos y Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos (BTEX).

Punto de muestreo: Lugar (punto o área determinada) del suelo donde se toman las muestras, sean éstas superficiales o de profundidad.

Sitio contaminado: Área en la cual el suelo contiene contaminantes provenientes de actividades antrópicas, en concentraciones que pueden representar riesgos para la salud o el ambiente, debido a que superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, estándares internacionales aprobados por el MINAM o los niveles de fondo, siempre que estos últimos presenten valores que excedan dichos estándares.

El área identificada como sitio contaminado puede comprender el agua subterránea subyacente, los sedimentos u otros componentes ambientales, que resulten afectados por la contaminación del suelo, cuando se encuentren dentro de esta.

Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, Hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

INDICE

Dedicatoria	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen	iii
Abstract.....	v
Abreviaturas.....	vii
Glosario de Términos	viii
Índice	x
Lista de tablas	xiii
Lista de figuras	xiv
Introducción	xv
CAPÍTULO I GENERALIDADES	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.1.1. Pregunta principal de la Investigación	2
1.2. Objetivos de la Investigación	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Hipótesis	3
1.4. Justificación e Importancia	3
1.5. Alcances.....	3
1.6. Limitaciones	3
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	5
2.1. Gasolina	5
2.2. Aceites Lubricantes	5
2.2.1. Propiedades de los Aceites Lubricantes	5
2.2.1.1. Propiedades Físicas.....	6
2.2.1.2. Propiedades Químicas	6
2.2.2. Clasificación de los Aceites Lubricantes	7
2.2.2.1. Clasificación según su origen.....	7
2.2.2.2. Clasificación SAE.....	7
2.2.2.3. Clasificación API	7
2.2.3. Aditivos en los Aceites Lubricantes	9
2.2.3.1. Antioxidantes o Inhibidores de oxidación	9
2.2.3.2. Anticorrosivos, preventivos de corrosión o Anti catalíticos	9
2.2.3.3. Detergentes	10
2.2.3.4. Dispersantes	10
2.2.3.5. Agentes de presión extrema	10
2.2.3.6. Preventivos del moho.....	10
2.2.3.7. Depresores del punto de congelación	10
2.2.3.8. Mejorantes del índice de viscosidad.....	10
2.2.3.9. Inhibidores de Espuma	10
2.2.4. Funciones de los Aceites Lubricantes	10
2.3. Grasas Lubricantes	11

2.3.1. Clasificación de las Grasas Lubricantes	11
2.3.2. Aditivos en las Grasas Lubricantes.....	11
2.3.2.1. Agentes Espesadores	11
2.3.2.2. Estabilizadores.....	12
2.3.2.3. Mejoradores del punto de goteo	12
2.3.2.4. Agente anti desgaste	12
2.3.2.5. Inhibidor de la corrosión.....	12
2.4. Suelo	12
2.4.1. Tipos de suelo según su textura.....	12
2.4.1.1. Arenoso	12
2.4.1.2. Limoso	12
2.4.1.3. Arcilloso	12
2.4.2. Granulometría de suelos	14
2.4.2.1. Análisis granulométrico por tamizado.....	14
2.4.2.2. Análisis granulométrico por sedimentación	14
2.5. Contaminación de suelo por gasolina	14
2.6. Contaminación de suelo por aceites lubricantes usados	15
2.7. Estándares de Calidad Ambiental	17
2.8. Cromatografía de Gas	17
 CAPÍTULO III ESTADO DEL ARTE	18
3.1. Investigaciones Internacionales	18
3.2. Investigaciones Nacionales	30
3.3. Investigaciones Locales	34
 CAPÍTULO IV METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	35
4.1. Tipo de Investigación.....	35
4.2. Nivel de Investigación	35
4.3. Diseño de la Investigación	35
4.4. Método de la Investigación	36
4.5. Descripción de la Investigación	37
4.5.1. Población	37
4.5.2. Muestra	37
4.5.3. Instrumentos de colecta y procesamiento de datos.....	38
4.5.3.1. Equipos e Instrumentos	38
4.5.3.2. Método de análisis empleado.....	38
4.6. Operacionalización de variables	38
 CAPITULO V DESARROLLO DE LA TESIS.....	40
5.1. Descripción y evaluación de la situación actual	40
5.2. Metodología para la obtención de muestras	42
5.2.1. Ubicación de la zona de muestreo	42
5.2.2. Estrategia de muestreo	42
5.2.3. Localización y puntos de muestreo	42
5.2.4. Tipos de muestra	44

5.2.4.1. Muestra Superficial	44
5.2.4.2. Muestra de Fondo de suelo.....	45
5.2.5. Equipos y materiales de muestreo	45
5.2.6. Parámetros a evaluar	45
5.2.7. Preservación de las muestras y tipo de recipientes	46
5.2.8. Recolección y manejo de las muestras	46
5.3. Procedimiento para la toma de muestras	47
5.4. Análisis de Laboratorio	50
5.4.1. Método utilizado por el laboratorio.....	50
CAPÍTULO VI RESULTADOS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIONES	51
6.1. Concentración de Fracción de Hidrocarburos F1 y Fracción de Hidrocarburos F3	51
6.2. Comparación de las Concentraciones de Hidrocarburos con el ECA de suelos ..	53
6.3. Influencia de Hidrocarburos en la Granulometría y Textura del suelo	56
6.4. Análisis de la relación entre los vertimientos de las Fracciones de hidrocarburos F1 y F3 y la Contaminación de los suelos	58
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
ANEXOS	62
BIBLIOGRAFIA	102

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Desarrollo y vigencia de las clasificaciones API	9
Tabla II. Clasificación de las grasas lubricantes según NLGI	11
Tabla III. Clasificación según el USDA.....	13
Tabla IV. Clasificación de aceites usados y sus fuentes	16
Tabla V. Operacionalización de variables	39
Tabla VI. Puntos de muestreo según el área de potencial interés.....	43
Tabla VII. Ubicación geográfica del punto de muestreo (suelo de la empresa bike tuning)	44
Tabla VIII. Ubicación geográfica del punto de muestreo (suelo colindante)	44
Tabla IX. Profundidad del muestreo según el uso del suelo.....	44
Tabla X. Parámetros a evaluar	45
Tabla XI. Preservación de las muestras y tipo de recipientes	46
Tabla XII. Etiqueta de residuos y color de contenedor	97

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Triangulo Textural de USDA	13
Fig. 2. Metodología seguida para la evaluación del riesgo de HCs en suelos	19
Fig. 3. Ubicación Geográfica de la Vía de Evitamiento.....	42
Fig. 4. Cooler con las evidencias.	47
Fig. 5. Zona aledaña, Punto N°1, Muestra Superficial.	47
Fig. 6. Empresa Bike Tuning, Punto N°2, Muestra Superficial.....	48
Fig. 7. Zona Aledaña. Punto N°1, Muestra a profundidad.	48
Fig. 8. Muestras de Suelo.	49
Fig. 9. Muestras de suelo y Cooler.....	49
Fig. 10. Gráfico de Concentración de Fracción de Hidrocarburos F1 y Fracción de Hidrocarburos F3.	51
Fig. 11. Gráfico de Comparación de la Concentración de Fracción de Hidrocarburos F1 con el ECA para suelo.	53
Fig. 12. Gráfico de Comparación de la Concentración de Fracción de Hidrocarburos F3 con el ECA para suelo.	54
Fig. 13. Gráfico de Influencia de los Hidrocarburos en la Granulometría y Textural del suelo.	56
Fig. 14. Cilindros y Waypes usados	81
Fig. 15. Área de acopio de cilindros.	81
Fig. 16. Derrames directos al suelo.....	82
Fig. 17. Cilindros, Waypes y Filtros usados.	82
Fig. 18. Modelo de centro de acopio para el almacenamiento temporal de aceites usados de vehículos.	85
Fig. 19. Modelos referenciales de bandejas anti derrames.	85
Fig. 20. Centro de acopio con la señalización correspondiente.....	86

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Arequipa la cantidad de talleres de mantenimiento de vehículos han incrementado progresivamente en los últimos años, dichos talleres manipulan y almacenan grandes cantidades de productos derivados del petróleo los cuales en su mayoría son derramados o vertidos en el suelo al no realizar una correcta manipulación y almacenamiento de los mismos.

Según [1] El suelo se considera como un recurso natural que es difícilmente renovable, ejerce funciones importantes como, por ejemplo: actúa como ente filtrante, regula y separa el flujo de solutos, almacena y recicla nutrientes, entre otros. La calidad del suelo es definida como “la capacidad de funcionar de un específico tipo de suelo” y para medir la calidad del suelo se evalúan ciertos parámetros físicos, químicos y biológicos. Durante mucho tiempo se ha cuestionado el impacto de los productos derivados del petróleo en el suelo. Se debe considerar que la afectación de un suelo va a depender del tiempo, tipo y cantidad de hidrocarburo que haya sido derramado y/o vertido sobre un suelo, así como también las propiedades de dicho suelo [1]. Un parámetro importante y determinante en los efectos por hidrocarburos, es la textura del suelo. Para este estudio se utilizó un suelo arenoso (partículas menores de 0,2mm) de acuerdo con la Clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

En el distrito de Cerro Colorado-Arequipa, existen fuentes generadoras de contaminación con hidrocarburos que son los talleres automotrices los cuales no cuentan con infraestructuras adecuadas, ocasionando un manejo incorrecto de los residuos.

En este trabajo se evaluó un suelo colindante al taller y un suelo contaminado para determinar la textura, además se utilizó la cromatografía de gases como método de identificación de las Fracciones de Hidrocarburos F1 y F3.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

En muchos países el uso los aceites y grasas lubricantes se dan continuamente ya que la cantidad de vehículos está incrementando progresivamente. El mantenimiento de vehículos implica el uso y la manipulación de productos derivados de hidrocarburos tales como gasolina, aceites y grasas lubricantes, y una vez que estos productos cumplen su vida útil se consideran residuos peligrosos. El derrame de estos residuos generados por los talleres mecánicos afecta directamente al suelo y esto se produce porque no realizan una correcta manipulación y almacenamiento de los mismos.

La empresa Bike Tuning realiza mantenimiento de vehículos livianos y pesados. Aproximadamente se produce 4 cilindros (55 galones) de aceite usado semanalmente, llegando al mes con un total de 16 cilindros de aceite usado (880 galones).

La empresa actualmente no cuenta con un plan de manejo y manipulación adecuado, por ende, los trabajadores no realizan correctamente este procedimiento generando derrames y vertimientos al suelo. Además, el área de almacenamiento no cuenta con las condiciones de seguridad adecuadas, ya que el área no es de material de concreto, por ende, los residuos de hidrocarburos están en contacto directo con el suelo, dicha área no se encuentra techada, permitiendo que la radiación solar entre en contacto

directo provocando emanaciones de gases de estos derivados de hidrocarburos, lo cual resulta ser una molestia para los mismos trabajadores y vecinos.

Como una fuente de línea base se han evaluado tanto un suelo colindante con la Empresa Bike Tuning, como un suelo contaminado para determinar la textura; además, se ha utilizado la cromatografía de gases como método de identificación de las fracciones de Hidrocarburos F1 y F3. En consecuencia, el presente estudio pretende dar respuesta a la siguiente interrogante:

1.1.1. Pregunta principal de investigación

¿El derrame o vertimiento de fracciones de hidrocarburos F1 y F3 está relacionado con la contaminación de los suelos donde estos se producen?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo general

- Explicar y evaluar la relación entre el derrame o vertimiento de fracciones de hidrocarburos F1 y F3 y la contaminación de los suelos donde aquellos se producen.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de las fracciones de hidrocarburos (F1 y F3) en el suelo donde se produce derrame de hidrocarburos y un suelo colindante, en relación a su profundidad (0 a 10 cm y de 50 a 100 cm respecto a la superficie).
- Comparar las concentraciones de fracciones de hidrocarburos (F1 y F3) contenidos en los suelos donde se producen derrames y del suelo donde no se producen estos con los ECA para suelos (D.S. 011-2017 MINAM).
- Analizar y comparar la influencia de los hidrocarburos en la textura de los suelos donde se producen derrames de hidrocarburos y un suelo colindante

en el cual no se producen derrames, en relación a su profundidad (0 a 10cm, y de 50 a 100cm).

1.3. Hipótesis

Los derrames o vertimientos de fracciones de hidrocarburos F1 y F3 si contaminan los suelos donde estos se producen.

1.4. Justificación e Importancia

El presente trabajo de investigación es realizado con el propósito de aportar conocimientos sobre las consecuencias que generan el derrame y el vertimiento de las fracciones de hidrocarburos F1 y F3 en cuanto a la calidad de los suelos. Por tanto, es un tema de interés en el aspecto ambiental.

Considerando que en la ciudad de Arequipa se ha incrementado en un 5,54% el comercio automotriz por ende aumento la venta de neumáticos, lubricantes y aceites para su mantenimiento de vehículos. Hoy en día en nuestro país carece de procedimientos adecuados en cuanto a la manipulación y almacenamiento de ciertos residuos a esto se suma la falta de dedicación y el poco compromiso por parte de las empresas dedicadas al mantenimiento de vehículos.

Es importante conocer el estado actual en la manipulación y almacenamiento de los productos y residuos de hidrocarburos con el propósito de reducir la contaminación del suelo y además será un antecedente para que las autoridades competentes se involucren y tomen medidas correctivas.

1.5. Alcances

El presente trabajo de investigación sólo considera evaluar la contaminación de suelos con fracciones de hidrocarburos F1 y F3 en la empresa Bike Tuning.

1.6. Limitaciones

Para realizar el siguiente estudio se solicitó a la Empresa Bike Tuning la autorización correspondiente. (Anexo 1)

No se evaluó los mismos parámetros en otras empresas del rubro por temas económicos.

Los costos para el análisis de algunos parámetros de calidad del suelo son costosos por el cual no se realizó el análisis de todos ellos, por consecuente solo se consideró el análisis granulométrico y textural.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Gasolina

[2] La gasolina está compuesta por hidrocarburos, específicamente se considera un hidrocarburo liviano ya que suele poseer de 6 a 10 carbonos, se usa principalmente para motores de combustión interna. Una de sus principales características es el índice de octano por tanto a mayor índice de octano, el motor será más eficaz. Entonces la gasolina será de mejor calidad cuando el octanaje sea mayor.

2.2. Aceites Lubricantes

[3] Los aceites lubricantes están compuestos de bases orgánicas y aditivos, los cuales son utilizados para optimizar el rendimiento y la efectividad de los motores, así como su vida útil.

Su función principal es evitar el contacto directo entre piezas incrementan la potencia del vehículo y a la vez disminuyendo la vibración, desgaste, golpes, ruidos, calentamientos excesivos.

2.2.1. Propiedades de los Aceites Lubricantes

[4] Menciona que existen ciertas propiedades que pueden garantizar una correcta lubricación, ya que estos deben contener características que ayuden a prevenir el contacto o fricción, evitando un desgaste prematuro de las partes expuestas a este.

Las principales propiedades físicas y químicas son:

2.2.1.1. Propiedades Físicas

Densidad: La densidad de los aceites lubricantes depende de la naturaleza del crudo y del punto de destilación de la fracción de hidrocarburos. [5]

Viscosidad: Es la resistencia que tiene un líquido para fluir. Siempre que un aceite se calienta se torna más fluido y la viscosidad se reduce, y cuando un aceite se somete a temperaturas bajas, se torna más espeso por ende su viscosidad aumenta. [6]

Untosidad: Es el potencial que tiene el lubricante para poder ser capaz de formar una película con mayor o menor adherencia de aceites a las áreas metálicas a lubricar. [6]

Punto de Inflamación: Determina la mínima temperatura a la cual en la presencia de una llama los vapores desprendidos tienden a inflamarse. Un punto de inflamación es signo de calidad del aceite. [7] [8]

Punto de Combustión: Es el grado de temperatura en el que los vapores desprendidos se inflaman y se mantienen ardiendo por lo menos 5 segundos al aproximarse a la llama, obteniendo así el punto de combustión. El punto de combustión es de 30° y 60° arriba del punto de inflamación. [9] [6]

Punto de congelación: Conocido también como punto de fluidez. Es aquella temperatura por debajo de la cual se enfría y deja de fluir, dando lugar a que el aceite pierda sus características de fluidez. [6] [9]

Color: El color del aceite es fácilmente modificable por aditivos. [6]

2.2.1.2. Propiedades Químicas

Acidez: Estos productos terminados contienen petróleo bruto, estos tienen una reacción acida y alcalina. [6]

Índice de basicidad: Es la propiedad del aceite capaz de contrarrestar los ácidos originados por la combustión en motores. También indica la capacidad

básica que posee el aceite, cuando se analiza un aceite usado esta propiedad puede indicar el tiempo que se puede prolongar el cambio de aceite en ese motor. [6]

Oxidación: Es la reacción con oxígeno de las moléculas presentes en el lubricante, provocando que la estructura pierda las propiedades y prestaciones originales. La principal causa de la degradación del aceite es la oxidación. [6]

2.2.2. Clasificación de los Aceites Lubricantes

Existen diferentes formas de clasificar los lubricantes y dentro de nuestro país es frecuente observar en los envases de aceite lubricante la clasificación dada por la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) y por el Instituto Americano del Petróleo (API).

2.2.2.1. Clasificación según su origen

Aceites minerales: Estos aceites se obtienen mediante la destilación del petróleo, es de origen 100% natural. El aceite base es de tipo mineral ya que están conformados por compuestos del tipo: naftalenicos, aromáticos y parafínicos, se encuentran en una mayor proporción (60% a 70%) para que así cuenten con mejores propiedades lubricantes. [6]

Aceites sintéticos: Su origen no es directo del petróleo crudo, son producidos de los subproductos petrolíferos combinados con mezclas en laboratorios. Su elaboración es más compleja y larga, por ende, son de mayor calidad con características biodegradables y siendo así compatibles con el medio ambiente. [6]

Aceites semi-sintéticos: Son la combinación de mezclar minerales y sintéticos, no más de un 30% de sintético y el restante mineral, La combinación de estos dos tipos de aceites obtiene buenas ventajas. Las características de los aceites semi sintéticos pueden obtener el mayor índice de viscosidad (soporta las temperaturas extremas), Extiende intervalos de cambios de aceites,

soporta más oxidación que un aceite sintético, Este aceite es más amigable con la ecología. [6]

2.2.2.2. Clasificación SAE (Society of Automotive Engineers)

[10] Menciona que SAE agrupa la viscosidad, en esta clasificación se definen en dos escalas de viscosidades: 6 niveles de viscosidad a bajas temperatura o grados de invierno que están seguidos por la letra (W) (Winter /Invierno) y 5 rangos de viscosidad de alta temperatura o grados de verano que se identifican con un número solo.

Los aceites multigrados responden a la gradación del invierno y una al verano:

SAE 20W50

20W= Gradación de invierno

50= Gradación de verano

La clasificación SAE hace referencia solo a la viscosidad, sin tomar en cuenta los aditivos, composiciones químicas, etc.

2.2.2.3. Clasificación API (American Petroleum Institute)

[11] Al lubricante lo agrupa por su grado de tecnología y el modelo de motor. La codificación suele ser identificado por dos letras: Aceites de motor de gasolina “S” y para el motor diésel “C”, la segunda letra designada el nivel de especificación o tecnología según la letra del alfabeto. La especificación más actual es la API SN para los motores a gasolina y API CK-4 para motores a diésel.

TABLA I. DESARROLLO Y VIGENCIA DE LAS CLASIFICACIONES API

DESARROLLO Y VIGENCIA DE LAS CLASIFICACION API							
MOTORES A GASOLINA				MOTORES A DIESEL			
CATEGORIA	AÑO LANZADO	DURACION	VIGENCIA	CATEGORIA	AÑO LANZADO	DURACION	VIGENCIA
SA	1990	30 AÑOS		CA	1900	30 AÑOS	
SB	1930	34 AÑOS		CB	1930	25 AÑOS	
SC	1964	4 AÑOS		CC	1955	24 AÑOS	
SD	1968	4 AÑOS		CD	1979	9 AÑOS	
SE	1972	8 AÑOS		CE	1988	3 AÑOS	
SF	1980	9 AÑOS		CF	1991	2 AÑOS	
SG	1989	6 AÑOS		CF-4	1993	2 AÑOS	
SH	1992	2 AÑOS		CG-4	1995	4 AÑOS	
SJ	1997	4 AÑOS		CH-4	1999	ACTUAL	VIGENTE
SL	2001	ACTUAL	VIGENTE	CI-4	2002	ACTUAL	VIGENTE
SM	2005	ACTUAL	VIGENTE	CJ-4	2005	ACTUAL	VIGENTE
SN	2010	ACTUAL	VIGENTE	CK-4	2017	ACTUAL	VIGENTE
				FA-4*	2017	ACTUAL	VIGENTE

Fuente: American Petroleum Institute (2006)

2.2.3. Aditivos en los aceites lubricantes

[12] Menciona que son compuestos con porcentajes mínimos de diferentes materiales solubles al aceite, que se agregan para potenciar las propiedades del aceite lubricante ya que es necesario. Estos se llaman aditivos y existen varios tipos. Los aceites lubricantes usados para lubricar motores de combustión interna pueden contener uno o más tipos de aditivos, esto va depender de la máquina o del motor.

2.2.3.1. Anti oxidantes o inhibidores de oxidación: [12] Son compuestos orgánicos que contienen S, P o N como aminos orgánicos, sulfuros hidroxisulfuros, fenoles. También se incorporan metales como Zn, Ba y Sn.

2.2.3.2. Anti corrosivos, preventivos de corrosión o anticatalificos: [12] Compuestos orgánicos que contienen azufre activo, fosforo o nitrógeno como sulfatos, fosfito, sales metálicas de ácido tio fosfórico y ceras sulfuradas.

2.2.3.3. Detergentes: [12] Compuestos metal-orgánicos como fosfatos, fenolatos, alcoholatos. Jabones de alto peso molecular que contienen metales como el Mg, Ba o Sn.

2.2.3.4. Dispersantes: [12] Compuestos metal-orgánicos como naftenatos o sulfonatos, sales orgánicas que contienen metales como Ca, Co y Sr.

2.2.3.5. Agentes de presión extrema: [12] Compuestos fosforados como el fosfato tricresil, compuestos halogenados.

2.2.3.6. Preventivos del moho: [12] Aminos, aceites grasos y ciertos ácidos grasos derivados halogenados.

2.2.3.7. Depresores del punto de congelación: Productos de condensación de alto peso molecular como los fenoles condensados con cera clorinada. Polímeros de metacilato.

2.2.3.8. Mejorantes del índice de viscosidad: [12] Olefinas polimerizadas, butilpolímeros, esteres de celulosa, caucho hidrogenado

2.2.3.9. Inhibidores de espuma: [12] Compuesto de Silicones.

2.2.4. Funciones de los aceites lubricantes

[13] Menciona que los lubricantes tienen como función principal:

- **Refrigerante:** Conserva el equilibrio térmico del motor.
- **Eliminador de impurezas:** Elimina partículas y/o impurezas, al ser llevada hasta los elementos filtrantes.
- **Anticorrosivo y anti desgaste:** Previene la corrosión y evita el desgaste de los elementos de fricción.
- **Sellante:** Evita el contacto con gases que contaminen el aceite.
- **Transmisor de energía:** Transmite energía de un punto a otro punto del sistema.

2.3. Grasas Lubricantes

[14] Considera como producto sólido o semilíquido, resultado de la dispersión de un agente espesante en un líquido lubricante. Las grasas están compuestas principalmente por: aceite base que lubrica y reducirá la fricción entre las superficies en movimiento, agente espesante que retendrá el aceite hasta que la lubricación sea necesaria y un conjunto de aditivos que complementan una óptima lubricación del aceite base.

2.3.1. Clasificación de las grasas lubricantes

Las grasas se clasifican por el porcentaje de espesante utilizado para su fabricación, definido como consistencia, dureza o suavidad, de la grasa propiamente dicha. Se denomina grado NLGI. [15]

TABLA II. CLASIFICACION DE LAS GRASAS LUBRICANTES SEGUN NLGI

GRADO NLGI	PENETRACION ASTM D 217 (10-1mm)	ASPECTO A TEMP. AMBIENTE
000	445-475	muy fluida
00	400-430	Fluida
0	355-385	semifluida
1	310-340	muy blanda
2	265-295	Blanda
3	220-250	semidura
4	175-205	Dura
5	130-160	muy dura
6	85-115	extremadamente dura

Fuente: NLGI GRADES (2017)

2.3.2. Aditivos en las grasas lubricantes

Según [16] los aditivos que se utilizan en las grasas lubricantes son:

2.3.2.1. Agentes espesadores: [16] Este aditivo es utilizado para retener los fluidos por absorción e incrementar la adhesividad de las grasas en las superficies metálicas.

2.3.2.2. Estabilizadores: [16] Permite a las grasas trabajar en temperaturas altas durante mayor tiempo. Los esteres de ácidos grasos son los más utilizados.

2.3.2.3. Mejoradores del punto de goteo: [16] Este aditivo permite que la grasa no se descomponga en un temperatura elevada de trabajo.

2.3.2.4. Agente anti desgaste: [16] Ayuda a reducir el desgaste de las piezas, evitando entre ellas el contacto directo. El bisulfuro de dibensilo es el más utilizado.

2.3.2.5. Inhibidor de la corrosión: [16] Interrumpe la corrosión de superficies metálicas en caso ya se ha originado o evita que esto suceda. El sulfonato de amoniaco y el dionil naftaleno son los más utilizados.

2.4. Suelo

“Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.” [17]

2.4.1. Tipos de suelo según su textura

Según [18] es la medida de las diferentes partículas minerales propias del suelo, para [19] estas se clasifican según su tamaño de grano: Arenas, Limos y Arcillas. La textura es una característica del suelo importante como la capacidad de retención del agua, aireación y permeabilidad.

2.4.1.1. Arenoso: [19] Suelo con partículas de rocas, visibles y finas generalmente no plásticas, fácilmente erosionadas por el viento.

2.4.1.2. Limoso: [19] Suelo de grano fino o de porción fina, no visibles en un determinado suelo, con ninguna o muy poca plasticidad.

2.4.1.3. Arcilloso: [19] Considerado como suelo de grano fino, o la porción fina de un determinado suelo, con propiedades plásticas.

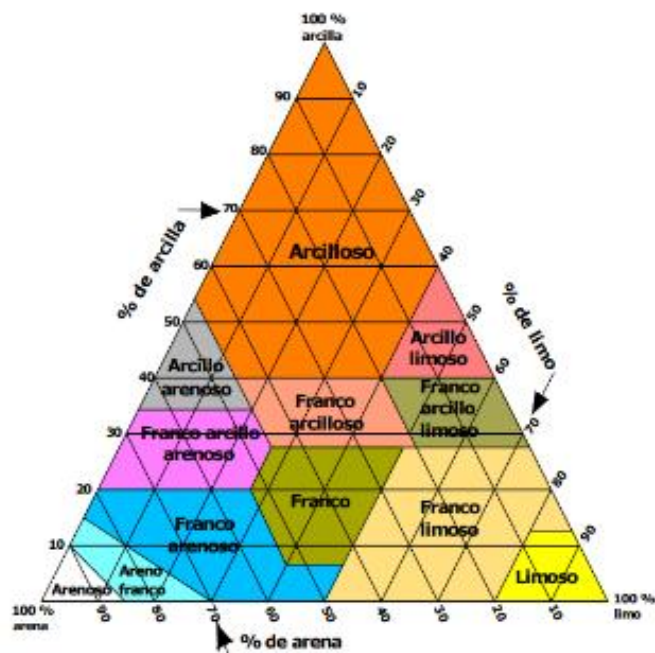


Fig. 1. Triangulo Textural de USDA
Fuente: USDA Textural Classification (1987)

TABLA III. CLASIFICACION SEGUN EL USDA

TEXTURA GENERAL	Arenoso	Limoso	Arcilloso	Clases de textura
Suelos arenosos(textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Arenoso Franco
Suelos francos (textura moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
Suelos francos (textura mediana)	23-52	28-50	0-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco Limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
Suelos francos (textura moderadamente fina)	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
Suelos arcillosos (textura fina)	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (2015), Geotecnia I (2017-2018)

2.4.2. Granulometría de suelos

[20] [21] Menciona que para determinar la proporción de cada material que posee un suelo se realizan análisis granulométricos. Los tipos de análisis granulométricos son:

2.4.2.1. Análisis granulométrico por tamizado: Para [20] [21] este tipo de análisis granulométrico se emplean tamices, estos son cilindros con aberturas en su fondo de un tamaño considerado normalizado los cuales se disponen uno encima del otro, de forma progresivamente de mayor en la parte superior y decreciendo progresivamente. Al fondo de la columna de tamices contiene una bandeja, disponiendo una tamizadora manual o automática, este análisis granulométrico es para suelo seco o húmedo.

2.4.2.2. Análisis granulométrico por sedimentación: [20] [21] Menciona que el análisis granulométrico se usa para calcular el porcentaje de partículas de suelos dispersados que se encuentran en suspensión. Para este análisis se considera una muestra representativa del suelo, agentes dispersantes y un cilindro de sedimentación. Este método no es utilizado por que no aporta información relevante.

2.5. Contaminación del suelo por gasolina

[22] [23] La gasolina es una mezcla de hidrocarburos derivados del petróleo. Es un producto altamente volátil, ya que sus vapores son más densos que el aire y se inflaman con facilidad. La gasolina puede infiltrar en un suelo con facilidad, pero esto depende del tipo de suelo y si este se encuentra altamente compactado. Algunos estudios demuestran que los efectos de gasolina en un suelo no son tan notables y que en algunos casos su clase textural no varía, esto se da cuando la concentración de gasolina es baja. En cambio, cuando la concentración de gasolina es demasiado elevada los valores de arcilla disminuyen, los limos se mantienen y el valor de arena incrementa notablemente. En cuanto a otros parámetros analizados como por ejemplo

materia orgánica, pH y conductividad eléctrica tienden a variar significativamente, y a consecuencia la calidad de estos suelos se ve alterados y por tanto afectados.

2.6. Contaminación de suelo por aceites lubricantes usados

[24] Consideró que el aceite usado perjudica tanto el suelo como las aguas superficiales y subterráneas, así como un litro de aceite usado puede contaminar un millón de litros de agua potable. También menciona que puede afectar gravemente a la fertilidad del suelo al alterar sus propiedades físicas y químicas al contacto con estos lubricantes.

[24] Manifiesta que el aceite usado procedente del mantenimiento de vehículos y maquinarias industrial es uno de los residuos más contaminante para la salud y el medio ambiente.

Cuando estos lubricantes se utilizan estos se degradan originando sustancias tóxicas y metales pesados que se producen al contacto o presión con los motores, máquinas o procesos donde se utilizan, la exposición a temperaturas elevadas es un factor por el cual forman estas sustancias y metales pesados.

2.6.1. Fuentes de contaminación del suelo por aceites y grasas

TABLA IV. CLASIFICACION DE ACEITES USADOS Y SUS FUENTES

CLASIFICACION DE ACEITES USADOS Y SUS FUENTES		
CLASES DE DESECHOS	CARACTERISTICAS	PROBABLE FUENTE
Residuo Acuoso	Agua residual que contiene aceite y residuos mayormente contaminados	Instalaciones de refinerías y petroquímica, instalaciones de almacenamiento de aceites, vehículos o lavaderos de autos.
Aceite Usado de motor	Contiene contaminantes volátiles (agua y combustible), solubles (aditivos de aceite), insolubles (partículas de carbono), óxidos de metales incluyendo óxido de plomo junto con una gran cantidad de otras trazas metálicas, y detergentes.	Garajes, empresas de transporte comercial, estaciones de servicio, sitios industriales.
Emulsión de Aceite usado	Aceite de corte soluble en agua, desechos que contienen aceites minerales dispersos en agua, emulsionantes de tipo jabonoso, aditivos de aceites lubricantes y otros aceites contaminantes.	Industrias que trabajan con metales, tiendas de máquinas, actividades de ingeniería de producción industrial.
Mezclas de Aceite no emulsionado	Residuos de aceite mineral que contiene aceite entre 10%-10%, agua, materiales lubricantes oxidados, partículas de sedimentos metálicos.	Industrias que trabajan con metales, sectores energéticos, industrias manufactureras.

Fuente: Caracterización Físicoquímica de aceites usados de motores para su reciclaje (2017)

2.7. Estándares de Calidad Ambiental

[17] Son los parámetros que pueden medir el ambiente, en consecuencia, de diversas actividades este estándar de calidad ambiental, se puede evaluar, mas no se fiscalizan ya que es un indicador global aplicada en el país.

2.7.1. Estándar de calidad ambiental de suelo

El Estándar de Calidad Ambiental del suelo, dispone de 21 parámetros a evaluar, considerando según el uso del suelo como: Suelo agrícola, residencial e industrial, los cuales permiten medir la concentración de los elementos químicos en el suelo.

2.8. Cromatografía de Gas

Según [25] la cromatografía de gas o GC, es una técnica que se utiliza para separar, detectar y cuantificar compuestos volátiles en la fase gaseosa.

La muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatografía. La elución se produce por el flujo de una fase móvil gaseosa [25] [26]. También menciona que la característica significativa de la cromatografía que distingue de otros métodos físicos y químicos de separación, es que mantiene en contacto dos fases mutuamente inmiscibles. Ya que una fase es estacionaria y la otra fase es móvil.

En la actualidad la cromatografía de gases es una técnica muy usada en muchos laboratorios universitarios, esto se debe a su alta resolución, sensibilidad y selectividad. Esta técnica se usa principalmente en investigaciones de contaminantes del suelo y agua.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. Investigaciones Internacionales

[27] **J. Pinedo (2014)** realizo un estudio exploratorio con el fin de cuantificar tanto los TPH totales como las fracciones de TPH y comparativo para el cálculo de riesgos a la salud humana tomando un caso de estudio rural, considero como principal objetivo de evaluar los riesgos ambientales, así como a la salud humana por hidrocarburos en la contaminación de suelos. Aplicando un análisis de riesgos preliminar de las zonas potencialmente contaminadas, tanto como para zonas rurales como urbanas.

El procedimiento de evaluación que fue empleado fue el siguiente:

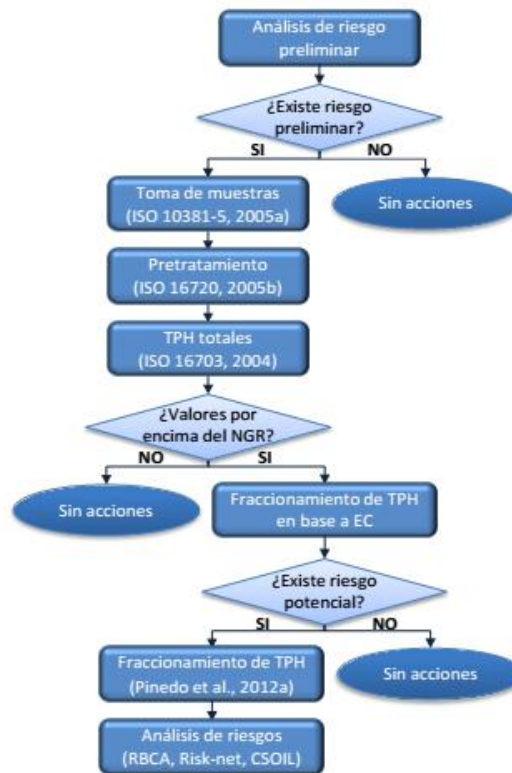


Fig. 2. Metodología seguida para la evaluación del riesgo de HCs en suelos
Fuente: Evaluación de riesgo en suelos afectados por hidrocarburos de petróleo (2014)

En cuanto a la cuantificación de los hidrocarburos totales de petróleo permitió comparar entre las concentraciones existentes y los valores límites permisibles y posteriormente permitió el análisis de riesgos. Estos riesgos se midieron mediante las herramientas RBCA y Risk-net, los cuales arrojaron que el agua es la ruta con mayor riesgo para contaminación ya que estos superan el valor máximo permitido. Mientras que la herramienta CSOIL determinó que era aceptable en todas las rutas, pero siendo el suelo la ruta con mayor riesgo.

[10] **G. Enríquez (2016)**, Su estudio fue exploratorio-no experimental ya que la investigación tuvo como prioridad diagnosticar el grado de contaminación ambiental por hidrocarburos en lubricadoras y talleres automotrices tanto en suelo como efluentes, para realizar dicho estudio obtuvieron muestras de suelo y de agua residual para luego estas ser analizadas en un laboratorio. Cuando obtuvieron los resultados los analizaron en la normativa ambiental ecuatoriana, obteniendo que en el suelo se sobrepasa el límite permisible.

Se realizó el método de muestreo discrecional o por juicio, En el lugar de trabajo se realizó la recolección de muestras siguiendo los procedimientos establecidos por el laboratorio tanto como para el suelo como para el agua. El método empleado en el laboratorio PSI para cuantificar la cantidad de hidrocarburos totales de petróleo fue el EPA 418.1.

Se obtuvo que en el punto N°1 del muestreo correspondiente al taller “A”, la cantidad TPH en suelo sobrepaso en 7,67 veces el nivel máximo permisible estipulado en el acuerdo Ministerial N° 097A Edición Especial Año III N-387, 4 de noviembre del 2015; Tabla 2: Criterios de remediación: Uso de suelo Industrial. Así como el punto N°1 del taller “B” y el punto N°2 del taller “B” supero en 6,02 y 5.24 veces correspondientemente la concentración máxima permitida por la Legislación Ecuatoriana. En cuanto al punto N°2 del muestreo al taller “A”, se registró una concentración de TPH en el suelo de 337 mg/kg el cual no excede el nivel máximo permisible.

Los autores mediante el resultado de las muestras concluyeron que el taller “A” como el taller “B” exceden a los niveles permitidos por su legislación por consecuente la calidad del suelo se ve afectada ya que sus propiedades fisicoquímicas han sido alteradas, también concluyeron que la infraestructura estipulada en la Calidad Ambiental - Libro VI para el almacenaje de los aceites usados no cumplen con las determinaciones mencionadas en dicha legislación vigente.

[28] **M. Castellanos, J. Isaza, J. Torres (2015)** su estudio fue exploratorio, indicando que su principal objetivo fue evaluar la presencia de TPH y los efectos que estos tienen sobre las propiedades fisicoquímicas de los suelos en diferentes áreas de Maicao en Colombia.

Los autores escogieron 18 sitios siguiendo la metodología sugerida en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 [29], de los cuales 9 sitios con derrames históricos y los otros 9 sin ningún derrame, también se consideró evaluar dos profundidades, la primera de 0-

30cm y la segunda de 30-60cm. Extrajeran los TPH de fracción mediana y pesada, para este análisis se realizó el método por GC-FID. Los autores consideraron ciertos parámetros para la evaluación tales como pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico y entre otros.

Los datos obtenidos de las 36 muestras afirman que la contaminación del suelo por hidrocarburos afecta el pH así como la retención de humedad del suelo. El pH disminuyó en 3.5% en la primera capa y en la segunda un 4.9%, estos datos concuerdan con otros estudios realizados en Murcia, España los cuales indican que en suelos arenosos la presencia de hidrocarburos contribuye a la oxidación de cadenas carbonadas

En cuanto a la retención de humedad disminuyó la humedad a consecuencia del vertimiento de hidrocarburos, especialmente en la primera capa del suelo (0-30cm) de 23.3%. Dicha acción se da por el efecto impermeabilizante que ocasionan los hidrocarburos, también concluyeron que los TPH pueden quedar atrapados en las arcillas ya que estos tienen mayor área superficial, el cual dará lugar a manchas en las zonas vertidas por algún tiempo.

Los resultados demostraron que la propiedad más afectada por los TPH es la capacidad de intercambio catiónico. Los TPH de fracción mediana en un -0.58 y la fracción pesada en un -0.65, afectando considerablemente en la capa del suelo más profunda del estudio. Así como el carbono orgánico se elevó en la capa del suelo más expuesta siendo este 5 veces mayor al contenido original. En cuanto a la textura del suelo y la conductividad eléctrica no presentaron cambios significativos debido a los vertimientos de hidrocarburos.

Para concluir, se demostró que la concentración de TPH de fracción mediana es mayor en la capa superficial y los de fracción pesada en la segunda capa, y también logró evidenciar que el suelo tuvo alteraciones en sus propiedades fisicoquímicas a causa

de los vertimientos de TPH en el suelo, principalmente en las capas más expuestas que se encuentran en contacto con los vertimientos.

[30] **A. Gómez (2012)**, su investigación es exploratorio/descriptivo. Tuvo como principal objetivo determinar el efecto de los hidrocarburos tanto en dosis bajas y altas en un suelo arenoso, durante 29 días determinaron los efectos que tienen estos contaminantes sobre la actividad biológica del suelo.

Esta investigación se dividió en tres etapas, analizando primero los efectos que causan los hidrocarburos (crudos, livianos y gasoil) en bajas dosis 2% - 4% p/p y altas 30%, 40% y 50% p/p en suelo de textura arenoso, empleo técnicas e instrumentos, determino los efectos que causa sobre la actividad biológica, en la segunda etapa aplico un tratamiento térmico a una velocidad de 0.33°C/min por 2h, al culminar realizo una desalienación química en los suelos contaminados.

Los resultados de los análisis demostraron que el efecto en el suelo que causan los hidrocarburos va a depender de la concentración y la composición del hidrocarburo, las características del suelo y del entorno.

[31] **J. Ortiz (2016)**, su investigación es no experimental se basa en la investigación descriptiva, investigación de campo y documental, En este estudio se evaluaron los posibles impactos en el suelo a consecuencia del vertimiento de aceites y grasas lubricantes, estas muestras fueron tomadas de 2 lubricadoras para luego ser analizadas por un laboratorio, los parámetros que fueron considerados en el estudio son hidrocarburos totales e hidrocarburos aromáticos, y para identificar los impactos utilizaron matrices de valoración ambiental, se obtuvo como resultado que la presencia de hidrocarburos aromáticos era 0,3 mgC/kg en ambas lubricadoras por tanto excedía el límite máximo permisible el cuales 0,1 mgC/kg, en cuanto al parámetro de hidrocarburos totales se registró 11400 mg/kg en la Lubricadora “Coplago” y 29920 mg/kg en la lubricadora “Lubrioro”, el cual tampoco cumplían con el límite máximo

permisible. Concluyendo que este estudio permitió determinar que el suelo se ve afectado en mayor grado a causa del incorrecto manejo de estos aceites y grasas.

[32] **M. Guevara (2012)**, su investigación es descriptiva, su objetivo de esta investigación fue indicar los efectos ambientales en los recursos suelo y agua a consecuencia del manejo de aceites usados. El presente proyecto se inició recopilando y analizando la lista de los centros automotrices, consideraron los servicios de lavadoras y lubricadoras, mecánicas y autoservicios a los cuales realizaron encuestas con el fin de determinar los volúmenes generados de aceites usados generados por estos negocios. Para determinar la calidad del suelo contaminado por dicha actividad realizaron un muestreo selectivo obteniendo muestras con una profundidad de 0,50 cm a más, cada muestra se etiquetó y selló para posteriormente analizarlo en el laboratorio. Los resultados de los análisis del suelo determinan que existe contaminación por THP'S superando los límites máximos permisibles, incumpliendo con los parámetros establecidos superando 5 veces su valor permisible. En cuanto a la existencia de algunos metales pesados en el suelo como: cadmio, plomo y níquel; no sobrepasan los límites establecidos en la normativa ambiental RAOHE.

También se obtuvo que, en la Lubricadora Job, El parámetro HAP'S sobrepasó en 0.89 mg/kg siendo 1mg/kg el límite máximo permisible para ecosistemas sensibles

La autora llegó a la conclusión que la presencia de TPH Y HAP, sobrepasan los límites permisibles estipulados en la norma RAOHE.

[33] **A, Zamora, J. Ramos y M. Arias (2012)**, su investigación fue exploratoria, como objetivo de su investigación fue indicar los efectos en el suelo por la contaminación de hidrocarburos, los cuales pueden afectar algunas propiedades químicas y microbiológicas del suelo. Se evaluaron los cambios químicos del suelo contaminado con crudo mediano y se determinó la capacidad de reintegrar la estructura funcional de las comunidades bacterianas luego de un determinado periodo de germinación bajo condiciones del laboratorio. Establecieron un grupo control y un suelo contaminado

con 9% p/p y se germinaron por 120 días. Se determinó las características químicas del suelo y bioquímicas de cepas bacterianas. Mediante las muestras de laboratorio se halló que la contaminación por hidrocarburos incremento la saturación con Al y disminuyo el pH, como también la CE y la CIC del suelo, se modificó la comunidad bacteriana y se redujo su diversidad por selectividad de grupos funcionales. Concluyendo que la contaminación del suelo por hidrocarburos altera la estructura funcional de la comunidad bacteriana.

[34] **S. Pérez, I. Silva, G. Peñuela, S. Cardona (2015)** su investigación fue experimental, su principal objetivo fue evaluar los hidrocarburos presentes en el suelo. Se realizaron dos pruebas en el que se tomó de muestra un suelo mezclado con gasolina-etanol y se notó el efecto que tiene este aditivo sobre el transporte y el deterioro de la gasolina sobre el suelo (se tomó una concentración inicial de 40 000 ppm), y un suelo con diésel–biodiesel, y de forma similar se notara el efecto del biodiesel sobre el transporte y el deterioro del diesel (con una concentración inicial de 40 000 ppm). Los productos se compraron en una estación de venta de combustibles. Las dos pruebas fueron realizadas a la par. Al obtener la información sobre el contaminante, como por ejemplo en cuánto tiempo podría llegar a un acuífero, y si es necesario remediarlo de forma inmediata. Una contaminación antigua disminuye la velocidad de degradación por microorganismos debido a reacciones de oxidación química que incorporan el contaminante dentro de la materia orgánica, difusión lenta dentro de los poros pequeños y adsorción en las paredes de los mismos, y también la formación de películas sumergidas alrededor de los líquidos en fase no acuosa con una alta resistencia a la transferencia de masa en acuíferos y reactores tipo suspensión.

[35] **J. Cavazos, B. Pérez, A. Mauricio (2014)**, indican que en México existen muchas áreas de suelos contaminados, siendo alteradas sus características fisicoquímicas y biológicas, este estudio tenía como finalidad explorar las afectaciones y consecuencias

de estos vertimientos actuales de hidrocarburos en Acatzingo y su entorno, esta investigación fue cualitativa-transversal con nueve informantes. Los informantes indicaron que se ha elevado la reiteración de vertimientos debido al robo de combustibles, provocando daños a la persona, al patrimonio y ecológicos. También se evidenció que los productores de combustibles no cuentan con las medidas de seguridad preventivas. También indicaron que no hay un organismo entre ellos especialistas que permitan una eventualidad de forma segura. Se sugirió fomentar una cultura de seguridad y la incorporación de redes para las localidades ubicadas próximas a los gasoductos. Según este estudio indica que las afectaciones son: deterioro del medio ambiente, afecciones a la salud, degradación de suelos agrícolas por hidrocarburos y resistencia a la biodegradación provocado por los derrames de hidrocarburos.

[36] **O. Vílchez, M. Ulloa (2015)** Este estudio fue no experimental-descriptivo. El principal objetivo de esta investigación fue estimar el impacto ambiental por presencia de hidrocarburos en el Fundo Clavelitos. Mediante la metodología de “Los criterios relevantes de Buroz” se hallaron los elementos que generan el impacto ambiental en el fundo clavelitos en Venezuela, dicha acción se debe a la presencia de emanaciones naturales de hidrocarburos que estos afectan el medio físico como: agua, suelo, aire, flora y fauna. Cabe mencionar que la investigación se realizó en pozos petroleros abandonados tomando dos puntos de muestreo. Se realizó análisis de laboratorio sobre muestras de agua y suelo, los resultados del análisis fisicoquímico del suelo 1 solo para parámetros de aceites y grasas no cumplía con la normativa vigente y en la muestra suelo 2 todos los parámetros cumplían con la normativa vigente. El impacto al suelo se encontró en la categoría III y posee una probabilidad moderada según el método CRI.

[37] **M. Méndez, R. Leonardo, M. Peña, P. Rodríguez (2011)** Fue un estudio no experimental-descriptivo, los autores mencionan que los problemas más comunes

encontrados son en actividades industriales, tales como los derrames de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) por ende el objetivo de esta investigación fue cuantificar los TPH en muestras de suelos extraídas de un patio de tanques abandonado el cual está localizado en Catia La Mar en Venezuela. El número de muestras de suelo tomadas fueron 80 en 6 profundidades diferentes. Para el análisis de muestras se recopilaron, acopiaron y se sometieron a extracción Soxhlet para que después sean introducidos en un cromatografo de gases con FID para calcular la concentración de hidrocarburos. Los resultados de las muestras indican que todas tienen presencia de hidrocarburos, el valor del TPH más elevado se encontró en la muestra 9.2 con una concentración de 2426 mg/ kg y el valor más bajo se encontró en la muestra 5.1 con una concentración de 410 mg/kg, los cuales se comparó con la legislación venezolana.

[38] **F. Villavicencio (2018)** realizo su estudio exploratorio-descriptiva, evaluando el grado de contaminación ambiental generados por hidrocarburos en los talleres mecánicos del área urbana del cantón Jipijapa, su hipótesis es el desconocimiento del adecuado manejo de hidrocarburos en los talleres mecánicos del área urbana del cantón, para esto realizó encuestas, su población estuvo conformado por 34 talleres mecánicos, tomando como muestra a toda su población, en cuanto sus resultados se logró determinar el desconocimiento de los trabajadores en educación ambiental, por otro lado la contaminación ambiental es alta de carácter crítico, afectando al suelo y agua comprobándose la hipótesis indicando del investigador, el estudio concluye proponiendo un plan de acción para disminuir la contaminación ambiental generada por hidrocarburos en los talleres mecánicos identificados.

[39] **V. Martínez, F. López (2001)** Fue un estudio experimental, se realizó pruebas con un suelo de tipo arcilloso, se pretendía determinar que la presencia de diésel, gasolina y combustóleo alteran las propiedades fisicoquímicas tales como textura, materia orgánica y otros.

Se tomó una muestra de suelo arcilloso sin contaminar para utilizarla como testigo y luego se elaboraron muestras contaminadas con gasolina, diésel y combustóleo a diferentes concentraciones. Los resultados evidenciaron que el suelo contaminado con gasolina y diésel provocó el aumento en sus valores de arena y arcilla, pero disminuyó los limos siendo la clase textural la misma mientras que el suelo contaminado con combustóleo las arenas se elevaron significativamente y el valor de arcillas disminuyó provocando un cambio en la clase textural a migajón-arcilloso.

[40] **A. Cardozo, D. Polania, J. Gonzales (2014)** realizó su estudio del nivel no experimental, descriptiva, sobre el diagnóstico ambiental de los residuos peligrosos (RESPEL) provocados en el mantenimiento moto ciclístico, con el propósito de realizar una evaluación ambiental, identificando el manejo, generación y disposición final de los RESPEL, como población fue un total de 65 personas, tomando como muestra a toda su población, los resultados de las encuestas realizadas indican que la problemática radica generalmente que mucho de estos residuos peligrosos, algunos de ellos salen de esta labor para terminar en las calles o en el relleno sanitario de la región a causa del mal manejo y la deficiente restricción por las autoridades locales, Además se identificó la incorrecta disposición final, en cuanto a la recolección de lubricantes usados por la compañía JUANCHITO ESP, a cambio de un incentivo económico, considerando que estos residuos son altamente contaminantes para el medio ambiente, indicando que desconocen el producto final o tratamiento a realizar con estos residuos. Como conclusiones indican que ya existe un impacto ambiental, el cual incrementa progresivamente y al no contar con la suficiente importancia por las autoridades ambientales competentes.

[41] **J. Bédon (2018)** realizó un estudio bibliográfico observacional, evaluando posibles soluciones que permitan reducir la contaminación ambiental que son provocados por un mal manejo de los residuos sólidos y líquidos en algunos centros automotrices de la ciudad de Ibarra, el objetivo general de su estudio fue diagnosticar la contaminación

ambiental causada por aceites, grasas y filtros lubricantes provenientes del sector automotor y elaborar una propuesta viable, en cuanto su población fue 121 entidades automotrices considerando como muestra su misma población, los resultados de su estudio indicaron que al realizar prácticas inadecuadas de estos productos pueden ser perjudiciales para el medio ambiente, indicando que muchos de estos centros automotrices no cuentan con áreas de trabajo establecidas.

[42] **L. Barrera, F. Velecela (2015)** realizaron un estudio descriptivo-explicativo, el estudio tuvo como principal objetivo actualizar datos y conocer sobre el manejo, almacenamiento y transporte de aceites usados. La recolección de datos fue mediante encuestas con un total de 20 preguntas, dichas encuestas fueron ejecutadas a los dueños de los talleres y lubricadoras. El resultado de dicha encuesta determinó que existen 66 lubricadoras en Azogues, concluyendo que la contaminación se ha elevado debido al crecimiento de centros automotores y que los talleres más antiguos sí poseen un área correcta para el acopio de aceites usados, también se determinó que el motivo de la incorrecta manipulación de los residuos se debe a la insuficiente información y al bajo nivel de educación de cada dueño. Y finalizó concluyendo que el transporte de los residuos peligrosos es defecto que presenta el GAD de Azogues ya que no cuentan con un camión propio, por ende, el transporte es realizado por personas particulares y el problema radica porque no llevan registros exactos de la cantidad acopiada y al momento de dar su disposición final a estos aceites lubricantes usados.

[43] **L. Manzanarez, M. Ibarra (2012)** realizó su estudio de investigación directa que tuvo como objetivo principal identificar la disposición final del aceite usado ya que cada 5000 kilómetros de recorrido por auto se cambia el aceite en talleres automotrices del Municipio de El Fuerte, su hipótesis indicaba que es probable que el vertimiento de aceites usados cause daño al suelo de forma directa alterando su permeabilidad convirtiéndolo en un terreno inservible y con presencia de metales pesados. La encuesta empleada fue por el método de muestreo aleatorio simple dentro de las

comunidades. Se realizarán 88 encuestas, su población fue 525 talleres, con nivel de confianza $Z= 1.96$; o 95% de los casos, realizando entrevistas directas a los propietarios de estos talleres automotrices, indicando como resultados que el 70.45 % realizan 2 a 3 cambios de aceites diarios indicando que es un aproximado de doce litros diarios, y con un 18.19% indicando que obtienen un aproximado de un litro de aceite diario y 4.54% que realizando de cinco litros a mas en promedio.

La investigación concluye en que cuentan con factores de riesgo en contaminación al suelo y agua donde ellos laboran, indicando que desconocen las buenas prácticas de manufactura provocando vertimientos de aceites usados.

[44] **R. Vale, R. Pérez, M. Ramírez (2016)** tuvo como principal objetivo valorar el impacto que ocasiona una empresa productora de aceites y grasas lubricantes, primero estableció puntos de monitoreos para luego realizar la caracterización del suelo, aguas residuales y las emisiones atmosféricas para así poder determinar el impacto que ejerce la empresa al medio ambiente. Los métodos utilizados para la caracterización son estandarizados, los parámetros analizados del suelo fueron PH, conductividad, concentración de TPH y de SARA (S: Saturados, A₁: Aromáticos, R: Resinas y A₂: Asfáltenos). Para la evaluación cualitativa se usó la matriz causa-efecto y luego se realizó la matriz de valoración de impactos. Se consideró un punto de muestreo para suelo y los resultados evidenciaron que para los TPH se obtuvo un valor de 27400 mg/kg, Saturados obtuvo 20540 mg/kg, Aromáticos 6860 mg/kg, Resinas con 22810 mg/kg y Asfáltenos 9630 mg/kg. El rango exigido en la norma es 10000 mg/kg llegando a la conclusión que los TPH y SARA no cumplen con el rango establecido en la legislación vigente, lo cual se priorizo tomar acciones correctivas.

3.2. Investigaciones Nacionales

[45] **S. Huaquisto (2014)** Realizo un trabajo experimental, planteo como principal objetivo determinar el efecto que ocasionan los aceites usados en los factores físico mecánicos del suelo mezclando muestras de suelo con aceite residual, pero primero establecieron las características iniciales que presenta el suelo específicamente utilizo suelos finos del tipo arcillosos de baja plasticidad y posteriormente el efecto que producía el incremento del aceite residual. Su población estuvo constituida por suelos agrícolas y su muestra eran suelos finos de baja plasticidad tomando solo 4 puntos de muestreo, las muestras fueron tomadas con una profundidad de 1.1m dichas muestras fueron secadas y posteriormente mezcladas con aceite usado, en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. También se tomó una muestra control sin ser mezcladas con aceite residual. Los parámetros físicos a analizar fueron límite líquido y plástico, índice de plasticidad, densidad seca máxima, contenido de humedad y permeabilidad, y las propiedades mecánicas fueron cohesión, ángulo de fricción del suelo y resistencia en compresión simple.

Los resultados demostraron que existe una disminución en los índices de plasticidad, contenido de humedad, densidad seca máxima y la permeabilidad. El autor concluyo que existe una correlación inversa, esto significa que a mayor contenido de aceite residual se reducen los valores de las características físico-mecánicas del suelo.

[46] **A. Manay (2005)** Realizó un estudio descriptivo-no experimental, la autora del estudio tuvo como principal objetivo determinar el grado de contaminación del suelo por hidrocarburos, en el taller-patio de maquinaria, planta de producción de asfalto y zona de combustible durante la construcción de la carretera tramo IV Iquitos – Nauta. El tema de estudio fue monitoreado durante 9 meses. Las muestras de suelo fueron tomadas de dichas áreas antes mencionadas a profundidades de 30 y 20cm para posteriormente realizar su caracterización física, los parámetros a evaluar fueron: granulometría, contenido de materia orgánica, porcentaje de humedad y densidad

natural. Para el análisis químico se realizó a profundidades de 30, 15 y 20cm, el parámetro a analizar era la concentración de hidrocarburos totales. Se tomó una muestra testigo antes de la ejecución de la obra. La frecuencia de muestreo se realizó al cabo del 40% y 70% de avance de la obra para la caracterización física y del 40%, 70%, 80% y 95% para el análisis químico. Los resultados que obtuvo del análisis físico determinó que el suelo del taller-patio de maquinaria y planta de asfalto como arcilloso y para la zona de combustible del tipo arena limosa. Para los dos primeros monitoreos el análisis químico demostró que no se registraban valores de concentración de hidrocarburos totales a una profundidad de 30cm. En el tercer muestreo a una profundidad de 15cm se obtuvo una ligera variación en el tipo de suelo, pasando a arena arcillosa registrando concentraciones de TPH de 6721 mg/kg en la planta de asfalto y 23573 gr/Kg en el taller- patio de maquinaria. En los dos últimos monitoreos a 20cm de profundidad se registraron concentraciones de 5580 y 4225 mg/kg para la zona del taller-patio de máquinas, 777 y 970 mg/kg en la planta de asfalto y 23.7 y 112 mg/kg en la zona de combustible. Concluyo que el área de suelo contaminado fue de 120.1234 m³ durante la ejecución de obra y las concentraciones de hidrocarburos totales a partir del tercer muestreo en la zona del taller-patio de maquinaria exceden los límites máximos permisibles contaminando el suelo.

[47] **R. Mesías. E. Pichuca, R. Pariona (2017)** realizó su estudio experimental, que tuvo como objetivo implementar el plan y manejo del reciclaje de lubricantes usados en el taller mecánico de motos Ssenda- Headmark Corporation S.A.C. para disminuir la contaminación ambiental en el distrito de Ate Vitarte. Antes de la implementación se evaluó mediante encuestas a los técnicos mecánicos de motos de dicho taller, dicha encuesta contenía 8 preguntas, también se realizó otra encuesta al culminar la implementación del dicho plan. Los autores concluyeron mediante la encuesta realizada que el taller no cuenta con procedimientos adecuados para este

almacenamiento y luego de la implementación se logró cumplir con el reglamento para aceites usados, implementando equipos y herramientas de reciclaje.

[48] **J. Marcelo (2013)** Realizó un estudio experimental y el cual su principal objetivo fue implementar un método de análisis de TPH y PAH así como cuantificar mediante cromatografía de gases los TPH y PAH's en muestras reales de suelo y agua provenientes de Empresas Mineras y Petroleras. Para la determinación de TPH tomo como referencia los métodos EPA 8015C y EPA 8270. Las muestras a analizar son 8, las cuales fueron tomadas de diferentes empresas. Las concentraciones de TPH obtenidas de las 8 muestras fueron las siguientes: M1=380.43 mg/Kg, M2=802.15 mg/Kg, M3=7198.47 mg/Kg, M4=24989.8 mg/Kg, M5=39.3 mg/Kg, M6=49.03 mg/Kg, M7=97.9 mg/Kg y M8=332.85 mg/Kg. El límite máximo permisible en el estándar de calidad ambiental establecido por el MINAM es 1200 mg/Kg. Se concluyó que tanto las muestras M3 y M4 están por encima de los ECA, lo cual indica que estos puntos se encuentran contaminados por HTP. Para la determinación de PAH (Fenantreno, Pireno y Benzo(a) antraceno) se tomó como referencia los métodos EPA 3510C y EPA 3540C. Los resultados fueron comparados con el estándar de calidad ambiental establecida por el MINAM, el cual considera como límite máximo permisible 0.7 mg/Kg. Se obtuvo como resultado que las muestras M3 y M4 sobrepasan a los ECA por lo cual existe un nivel de contaminación por parte de los tres compuestos aromáticos analizados.

[49] **C. Mamani (2017)** Realizo un estudio experimental y del tipo correlacional-explicativo. Su principal objetivo fue determinar la influencia de la contaminación de suelos finos con aceites residuales de vehículos motorizados en los indicadores de resistencia del suelo. Su estudio se realizó en talleres de mantenimiento de vehículos de la Av. Industrial ubicado en Salcedo, con el interés de conocer la influencia en los suelos por estos aceites residuales. Las muestras de suelo en total fueron 40, luego procedió con el mezclado de las muestras con aceite residual 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10.0%, en peso seco y sometidos a ensayos de laboratorio, estableciendo primero las

características iniciales del suelo, luego el efecto que ocasiona el incremento de aceite residual en los indicadores de resistencia del suelo. Para los límites de consistencia los resultados indican que hay una reducción de los índices de plasticidad de 14.48% a 12.50% desde el 0% al 10% de aceite, con respecto a los parámetros de resistencia la cohesión reduce de 1.17 kg/cm² a 0.77 kg/cm²; pero en el rango de 5% a 10% no se aprecia un incremento o disminución notable, el ángulo de fricción interna baja considerablemente de 27.89° al 0% a 6.22° al 10% de aceite residual, Concluyo que los aceites residuales afectan de forma negativa a los indicadores de resistencia: cohesión y ángulo de fricción del suelo y por ende también a la capacidad de carga del suelo.

[50] **D. Cornejo (2016)** Realizo un estudio del nivel experimental, teniendo como objetivo determinar la eficiencia de remoción de un suelo contaminado con Fracción de hidrocarburos F3 empleando el tratamiento de fitorremediación con la técnica de Fito estimulación, las condiciones del suelo afectado se mantuvieron sin modificar para evidenciar su eficiencia. Su estudio se basó en el tratamiento en 4 macetas rectangulares, cada una de estas teniendo 5 plantas *Typha latifolia* con 250 g de biocarbón, para cuantificar los análisis utilizo cromatografía de gases. Al empezar el tratamiento se encontró con las concentraciones de 4 513, 19 115 y 48 510 mg/kg de suelo, considerando según el tipo de suelo y a su vez excediendo con el Estándar de Calidad Ambiental aplicada en nuestro país. Al realizar esta fitorremediación en 30 días calendario, se obtuvo como resultados una reducción de 319, 5 594 y 24 209 mg/kg, en su tratamiento se consideraron algunos parámetros considerados por dicho autor.

3.3. Investigaciones Locales

[51] **J. Gonzales (2018)** Su estudio fue del tipo experimental y nivel explicativo, el estudio fue realizado considerando como principal objetivo evaluar la contaminación de suelos que ha sido producida por los residuos de hidrocarburos que son generados en talleres automotrices. El estudio se realizó en tres zonas, en total se tomó 7 muestras de suelo (6 muestras de suelo contaminado y 1 muestra control). Según los resultados del análisis de las propiedades fisicoquímicas la humedad en la zona 2 es la que reporta valores más altos que oscilan entre 3,56% hasta 10,12%, esto indica que existe poca capacidad de retención de agua. La densidad real se encontró por encima del valor óptimo que es de 1,20 a 1,70 g/cm³, en cuanto a la densidad aparente en la zona 1 disminuye y en la zona 2 y 3 se incrementa a 1,68 g/cm³. Los porcentajes de porosidad indican que los suelos son de baja calidad. Los resultados de la presencia de hidrocarburos fueron obtenidos mediante cromatografía, en el que se menciona la presencia de algunos compuestos tales como n-pentadecano, 5-propiltridecano, ciclopentadecano, entre otros. Concluyendo que los talleres automotrices no aplican un correcto manejo de residuos de hidrocarburos tales como aceite lubricante y gasolina, el cual se evidencia la contaminación del suelo.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo correlacional.

4.2. Nivel de investigación

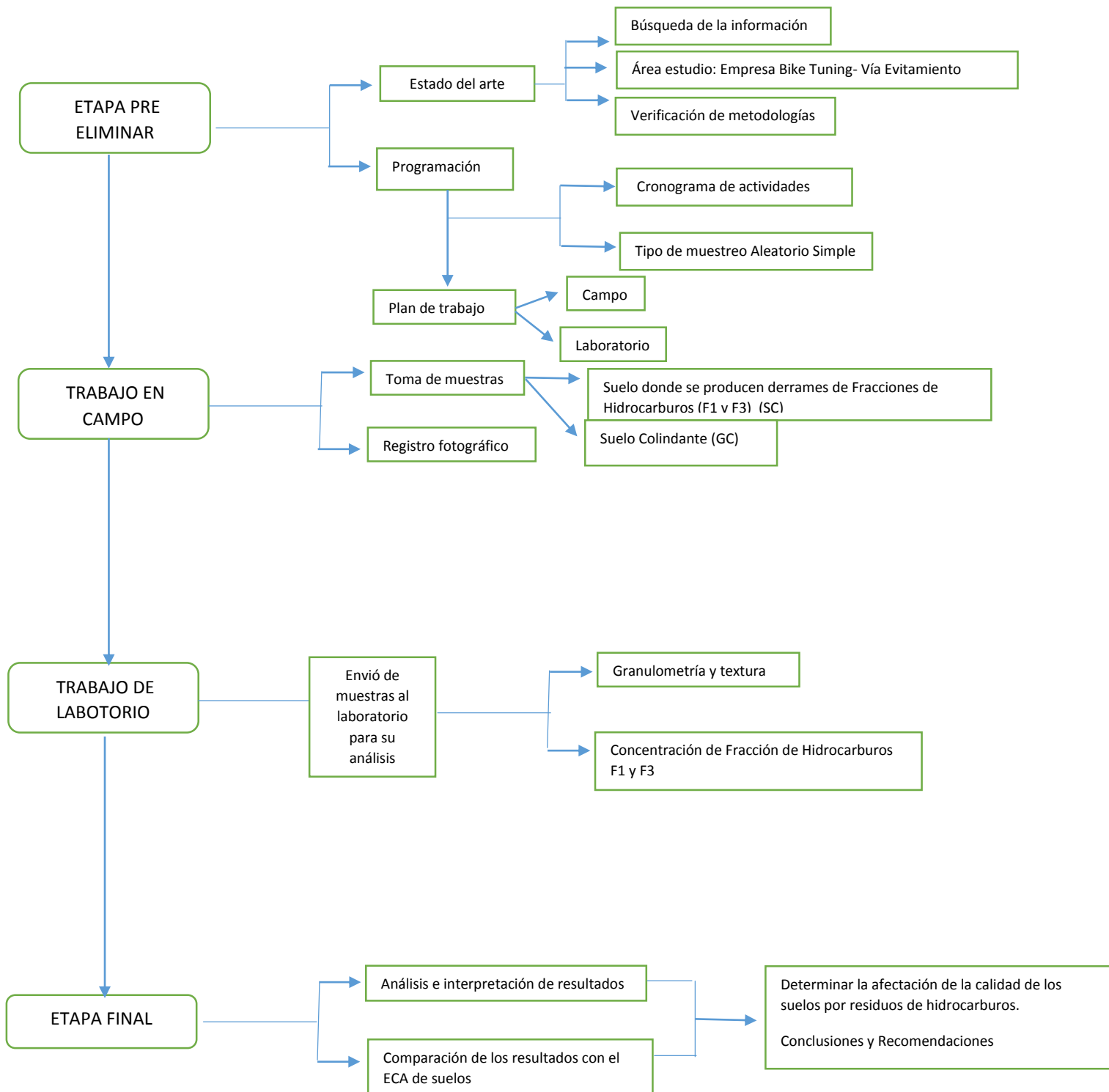
Es una investigación del nivel descriptiva correlacional porque se midió y evaluó las variables planteadas de manera independiente para posteriormente analizar la relación entre las variables.

4.3. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental, transversal, correlacional/causal; cuyo diagrama es el siguiente:



4.4. Método de la investigación



4.5. Descripción de la investigación

La presente investigación fue desarrollada en la Ciudad de Arequipa, en la 1ª etapa se realizó la búsqueda de bibliografía referente al tema de investigación, posteriormente se hizo la planificación del plan de trabajo que incluye campo y laboratorio, también se realizó el cronograma de actividades y el diseño de muestreo el cual fue de conjuntos, de tipo estratégico.

El trabajo de campo inicio con el muestreo de identificación, en esta etapa se comprobó la presencia de un sitio contaminado, se realizó la toma de muestras del suelo en dos puntos (suelo donde se producen derrames y un suelo donde no se producen derrames). El muestreo antes mencionado fue realizado con el fin de determinar si el suelo excede los Estándares de Calidad Ambiental para suelo. El análisis de las muestras fue realizado por el laboratorio SGS DEL PERU SAC.

Y finalmente se procedió con la interpretación, conclusiones y recomendaciones.

4.5.1. Población

La población estuvo constituida por todos los talleres automotrices (46) ubicados en la Vía de Evitamiento.

4.5.2. Muestra

Por muestreo de conjuntos de tipo estratégico o intencional [52] se seleccionó una muestra (Empresa Bike Tuning). Se consideró dicho taller porque favorece a nuestros intereses y porque nos permitió el acceso al taller para que se realice el estudio, cabe mencionar que en todos los talleres de la Vía de Evitamiento se evidenció el mismo escenario (suelo con cambio de coloración, olor característico de un hidrocarburo, etc).

Las unidades de análisis estuvieron conformadas por muestras de suelo contaminado, y de suelo no contaminado para propósitos de comparación.

4.5.3. Técnicas de observación e instrumentos de colecta y procesamiento de datos

Las técnicas de recolección de datos fueron planteadas en función del cumplimiento de los objetivos, evaluando y analizando los parámetros designados.

4.5.3.1. Equipos e instrumentos

Los equipos e instrumentos que se utilizaron fueron:

- Balanza digital
- Cooler Value 4.7L Rubbermaid
- Pala con mango de madera 1.3Kg

4.5.3.2. Método de análisis empleado

El método que se utiliza en los Laboratorios SGS del Perú S.A.C para determinar la cantidad de Fracción de Hidrocarburos F1 y F3 que se encuentren presentes en el suelo, es el EPA 8015C, el cual está certificado por Environmental Protection Agency (EPA).

El método EPA 8015C proporciona condiciones de cromatografía de gases para la detección de ciertos compuestos orgánicos volátiles y semi-volátiles no halogenados. Dependiendo de los analitos de interés, las muestras pueden introducirse en el GC mediante una variedad de técnicas.

4.6. Operacionalización de variables

VARIABLE X₁: “Derrames o vertimientos de fracciones de hidrocarburos F1 y F3” Se determinó la concentración de las Fracciones de Hidrocarburos F1 y F3 haciendo uso de la cromatografía de gases como método de identificación de las fracciones de Hidrocarburos F1 y F3.

VARIABLE X₂: “Contaminación de los suelos por filtración de hidrocarburos F1 y F3”

La contaminación de suelo se definió mediante la variación en cuanto al parámetro de granulometría y textura, tomando como base muestras de suelo sin contaminar.

Para dicha valoración se hizo uso de tamices para hallar el % granulométrico y el triángulo textural del suelo según el USDA para definir si clase textural ha variado.

TABLA V. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	TIPO	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO	INSTRUMENTO
X ₁ = Derrames o vertimientos de Fracciones de Hidrocarburos F1 y F3	Independiente	Fracción de Hidrocarburos F1 < 500 mg/kg	Concentración de Fracción de Hidrocarburos F1 y F3 filtradas en el suelo (0-10cm)	EPA 8015C	Cromatógrafo de gas
		Fracción de Hidrocarburos F3 < 6000 mg/kg	Concentración de Fracción de Hidrocarburos F1 y F3 filtradas en el suelo (50-100cm)	EPA 8015C	Cromatógrafo de gas
X ₂ = Contaminación del suelo	Dependiente	% Arena	Granulometría	NTP 339.128,1ra Ed: 1999, SUELOS. Método	Tamices
		% Limo			
		% Arcilla			
		Arenoso	Textura	NTP 339.128,1ra Ed: 1999, SUELOS. Método	Triangulo Textural del Suelo
		Arenoso Franco			
		Franco Arenoso			

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V

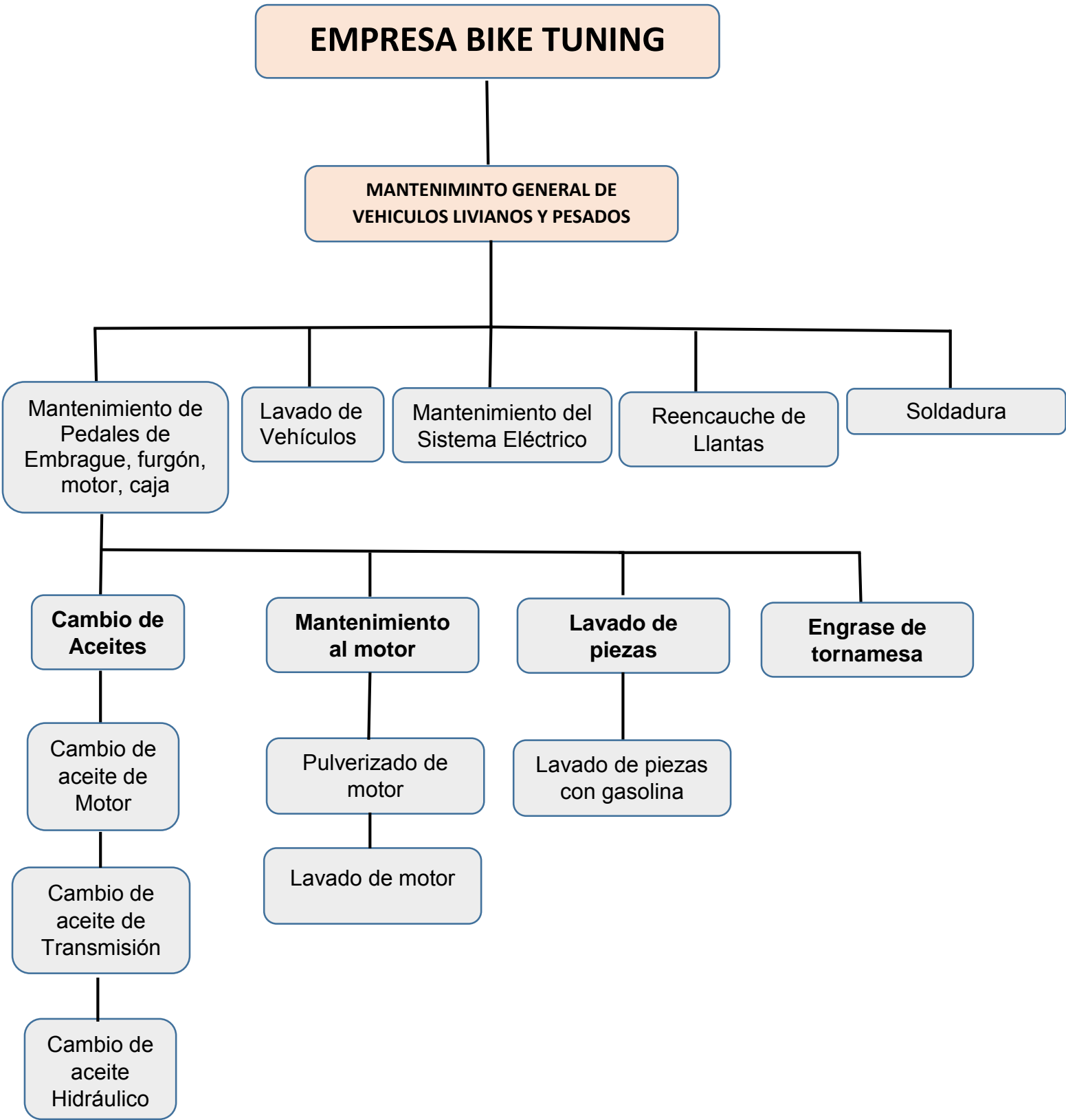
DESARROLLO DE LA TESIS

5.1. Descripción y evaluación de la situación actual

La contaminación de suelos por hidrocarburos es generada mayormente por los establecimientos que se encuentran relacionados con la actividad automotriz, dentro de estos se encuentran: lubricadoras, talleres mecánicos automotrices, entre otras.

Dicha contaminación se produce por la incorrecta manipulación y almacenamiento que se les da a los productos derivados de hidrocarburos tales como gasolina, aceites lubricantes y grasas lubricantes por parte de los establecimientos antes mencionados.

Generalmente las empresas que realizan el mantenimiento de vehículos en la Vía de Evitamiento ejecutan el siguiente proceso que se muestra en el diagrama:



Según el diagrama de actividades antes mencionado se realizó la matriz de riesgos correspondiente. (Ver Anexo N° 9)

5.2. Metodología para la obtención de muestras de suelo

5.2.1. Ubicación de la zona de muestreo

La Vía de Evitamiento está situada al Noreste de la ciudad de Arequipa en el distrito de Cerro Colorado, de la provincia y departamento de Arequipa aproximadamente a 2406 m.s.n.m., en el que se estableció el lugar de trabajo, el cual es un taller de mantenimiento vehicular.

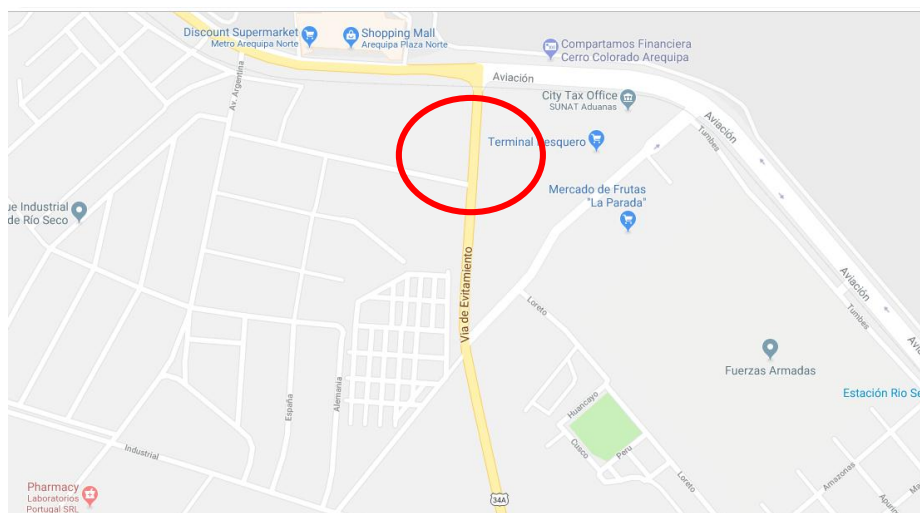


Fig. 3. Ubicación Geográfica de la Vía de Evitamiento
Fuente: Google Maps

5.2.2. Estrategia de muestreo

Se realizó un muestreo dirigido, se tomaron muestras representativas en puntos específicos determinados ya que se contaba con información previa del sitio, así como los residuos líquidos derramados.

5.2.3. Localización y número de puntos de muestreo

El número de puntos de muestreo, se determinó considerando el área específica de afectación siguiendo la metodología propuesta por la Guía de Muestreo de Suelos en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. El siguiente cuadro presenta el número mínimo de muestras recomendada por la guía antes mencionada.

TABLA VI. PUNTOS DE MUESTREO SEGUN EL AREA DE POTENCIAL INTERES

AREA DE POTENCIAL INTERÉS (HA)	PUNTOS DE MUESTREO EN TOTAL
0.1	4
0.5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30
15	33
20	36
25	38
30	40
40	42
50	44
100	50

Fuente: Guía para el muestreo de suelos (2014)

El punto de muestreo fue calculado mediante la regla de 3 simple, se detalla a continuación:

Área de potencial Interés	Puntos de muestreo
0.1 Ha	04
0.0025 Ha	X

$$x = \frac{04 \times 0.0025Ha}{0.1 Ha} = 0.1$$

El resultado fue redondeado a 1. Por lo tanto, se consideró 1 punto de muestreo para la zona afectada.

La ubicación geográfica del punto de muestreo se muestra a continuación:

TABLA VII. UBICACION GEOGRAFICA DEL PUNTO DE MUESTREO (SUELO DE LA EMPRESA BIKE TUNING)

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN GEOGRAFICA
P1 (Suelo de la Empresa Bike Tuning)	Este: 224227.1000 Norte:8191226.600

Fuente: Propia

En cuanto al suelo colindante se consideró un punto de muestreo aledaño a la Empresa Bike Tuning. La ubicación geográfica de dicho punto se muestra a continuación.

TABLA VIII. UBICACION GEOGRAFICA DEL PUNTO DE MUESTREO (SUELO COLINDANTE)

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN GEOGRAFICA
P2 (Suelo Colindante)	Este: 224231.6000 Norte: 8191291.200

Fuente: Propia

5.2.4. Tipos de muestras

5.2.4.1. Muestra superficial

Para obtener la muestra superficial se consideró la profundidad según el uso del suelo, establecida en la guía para el muestreo de suelos del MINAM:

TABLA IX. PROFUNDIDAD DEL MUESTREO SEGUN EL USO DEL SUELO

USOS DEL SUELO	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO (CAPAS)
Suelo Agrícola	0 - 30 cm 30 - 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 - 10 cm 10 - 30 cm
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 - 10 cm

Fuente: Guía para el muestreo de suelos (2014)

Por lo tanto, para la muestra superficial se consideró de 0 – 10 cm de profundidad ya que es un suelo Comercial/ Industrial/Extractivo.

5.2.4.2. Muestra de fondo de suelo

Para la muestra de fondo de suelo se consideró de 50cm a 100cm de profundidad, ya que en la guía de muestreo menciona que la profundidad va a depender del tipo de suelo y contaminante a analizar, sugiriendo que estas deben ser tomadas cada un metro de profundidad.

5.2.5. Equipos y materiales de muestreo de suelo

- Frasco vidrio ámbar 120ml boca ancha
- Frasco PVC gomero 500ml
- Cooler
- Guantes
- Embudo

5.2.6. Parámetros a evaluar

TABLA X. PARAMETROS A EVALUAR

PARAMETROS	METODO	UNIDADES
Granulometría y Textura	NTP 339.128, 1ra Ed: 1999, SUELOS. Método	%
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	EPA 8015C, Rev 3: 2007. Nonhalogenated O	mg/kg
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	EPA 8015C, Rev 3: 2007. Nonhalogenated O	mg/kg

Fuente: Propia

5.2.7. Preservación de las muestras y tipo de recipientes

TABLA XI. PRESERVACION DE LAS MUESTRAS Y TIPO DE RECIPIENTES

PARAMETRO A EVALUAR EN LOS SUELOS	TIPO DE RECIPIENTE	TEMPERATURA DE PRESERVACION	TIEMPO MAXIMO DE CONSERVACION
Granulometría y textura	Frasco PVC gomero 500ml	Sin restricciones	Sin restricciones
Fracción de Hidrocarburos F1	Cartucho con sello	4° C	14 días.
Fracción de Hidrocarburos F3	Frasco de vidrio boca ancha, con tapa y sello de teflón	4° C	14 días.

Fuente: Guía para el muestreo de suelos (2014)

5.2.8. Recolección y manejo de las muestras y manejo de las muestras

Se obtuvieron muestras simples del suelo a dos profundidades, de 0-10cm y de 50-100cm. Para la recolección de muestras se siguió las indicaciones del laboratorio. De lo que corresponde para el análisis de textura se entregó 1 kilogramo por muestra y se almaceno en frascos de PVC gomero de 500ml. Para el análisis de fracción de hidrocarburos F1 se entregó 120 miligramos y se almaceno en cartuchos con sellos, y para la fracción de hidrocarburos F3 se entregó 120 miligramos y se almaceno en frascos de vidrio boca ancha, con tapa de teflón y cada una con sus respectivas etiquetas las cuales fueron colocadas en un lugar visible y adherido adecuadamente para evitar su perdida. Dichas etiquetas cuentan con la siguiente información: clave única de identificación, punto de muestreo y la fecha y hora del muestreo.

Toda la evidencia recolectada fue almacenada dentro de un cooler a una temperatura de 4°C, para garantizar que ningún agente microbiológico influya al momento de analizar las muestras.



Fig. 4. Cooler con las evidencias.
Fuente: Propia

5.3. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Para la toma de muestras superficiales en el taller mecánico y el suelo colindante se extrajeron a 10cm de profundidad. Y para la toma de muestras a profundidad se extrajeron de 50 a 100cm de profundidad.



Fig. 5. Zona aledaña, Punto N°1, Muestra Superficial.
Fuente: Propia



Fig. 6. Empresa Bike Tuning, Punto N°2, Muestra Superficial.
Fuente: Propia



Fig. 7. Zona Aledaña. Punto N°1, Muestra a profundidad.
Fuente: Propia

Se extrajo 1 kilogramo para el análisis granulométrico y textura para cada muestra, dichas muestras se almacenaron en frascos de PVC gomero de 500ml.



Fig. 8. Muestras de Suelo.
Fuente: Propia

Para el análisis de fracción de hidrocarburos se entregó 120 miligramos por muestra y se almaceno en frascos de vidrio boca ancha con tapa de teflón y cartuchos con sellos.



Fig. 9. Muestras de suelo y Cooler.

Después de cumplir con los procesos de muestreo y preservación, fueron transportadas para su análisis en el laboratorio.

5.4. Análisis de Laboratorio

Los análisis fueron realizados por el laboratorio SGS DEL PERU S.A.C, se encuentra ubicado en Ernesto Gunther 275, Parque Industrial, Arequipa, el cual se encuentra certificado por INACAL con N° de Cedula de Notificación 313.2014/SNA-INDECOP y registro N° LE-002.

5.4.1. Método utilizado para el análisis de suelo

El método utilizado por el laboratorio SGS DEL PERU S.A.C para cuantificar la cantidad de Fracción de Hidrocarburos F1 y Fracción de Hidrocarburos F3 presentes en el suelo, es el EPA 8015C, el cual está aprobado por Environmental Protection Agency (EPA). En el Perú se adopta dicho método mediante la R.M. N°137-2016-MINAM.

El método EPA 8015C se puede usar para determinar las concentraciones de diversos compuestos orgánicos volátiles no halogenados y compuestos orgánicos semi-volátiles mediante cromatografía de gases.

Este método es aplicable al análisis de otros analitos, incluidos los hidrocarburos del petróleo. Los hidrocarburos del petróleo incluyen la gama orgánica de gasolina (GRO) y la gama orgánica del diésel (DRO).

CAPÍTULO VI

RESULTADOS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

6.1. Concentración de Fracción de Hidrocarburos F1 y Fracción de Hidrocarburos

F3

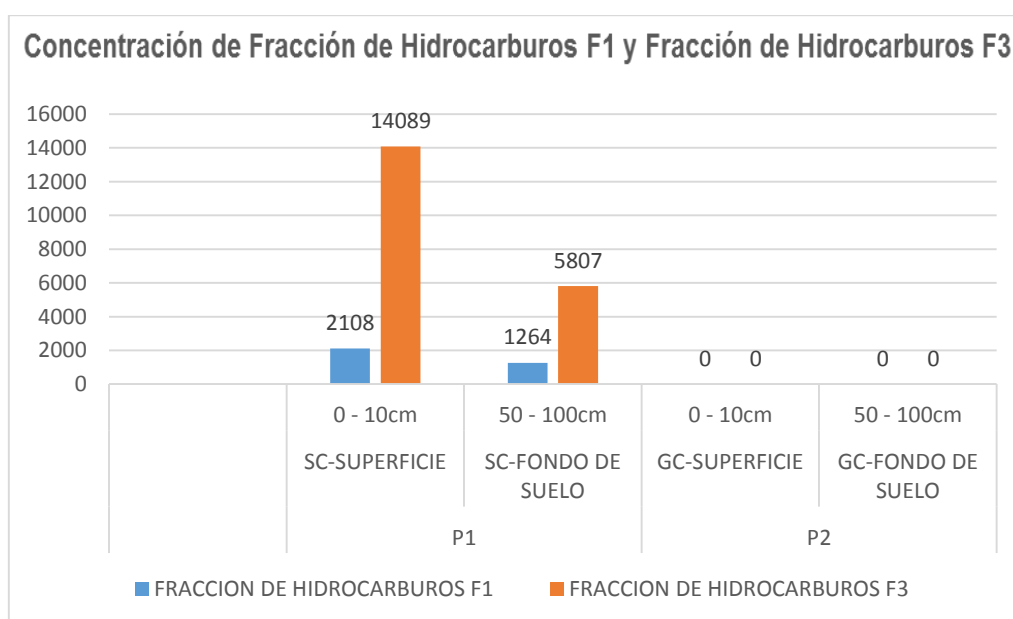


Fig. 10. Gráfico de Concentración de Fracción de Hidrocarburos F1 y Fracción de Hidrocarburos F3.

Fuente: Propia

Interpretación:

En la figura 10 se evidencia los resultados de la concentración de hidrocarburos presentes en los suelos. En cuanto a la Fracción de Hidrocarburos F1 en el punto 1 de muestreo, la muestra SC-SUPERFICIE obtuvo una concentración de 2108 mg/kg y para la muestra SC-FONDO DE SUELO la concentración fue 1264 mg/kg. Y para la Fracción de Hidrocarburos F3, la muestra SC-SUPERFICIE obtuvo una concentración de 14,089 mg/kg y para la muestra SC-FONDO DE SUELO la concentración fue 5,807 mg/kg. En las muestras del punto 2 de muestreo se evidencio que no existe presencia de hidrocarburos tanto F1 como F3.

Discusión:

La filtración de los hidrocarburos va a depender de la cantidad y del tipo de hidrocarburo que se derrama, según el estudio de Armas (2014) cuando se derrama aceite residual, el cual su densidad es menor y también es menos viscoso que el bunker, por ende, el aceite residual filtra con mayor facilidad registrando así concentraciones altas de hidrocarburos. También el estudio realizado por Ortiz (2016) demostró mediante sus resultados de laboratorio que la presencia de hidrocarburos aromáticos era 0,3 mgC/kg en ambas lubricadoras por tanto excedía el límite máximo permisible el cual es 0,1 mgC/kg, en cuanto al parámetro de hidrocarburos totales se registró 11400 mg/kg en la Lubricadora “Coplago” y 29920 mg/kg en la lubricadora “Lubrioro”, el cual tampoco cumplían con el límite máximo permisible demostrando así que el suelo se ve afectado en mayor grado a causa del incorrecto manejo de aceites y grasas lubricantes usadas.

6.2. Comparación de la concentración de Hidrocarburos con el ECA de suelo

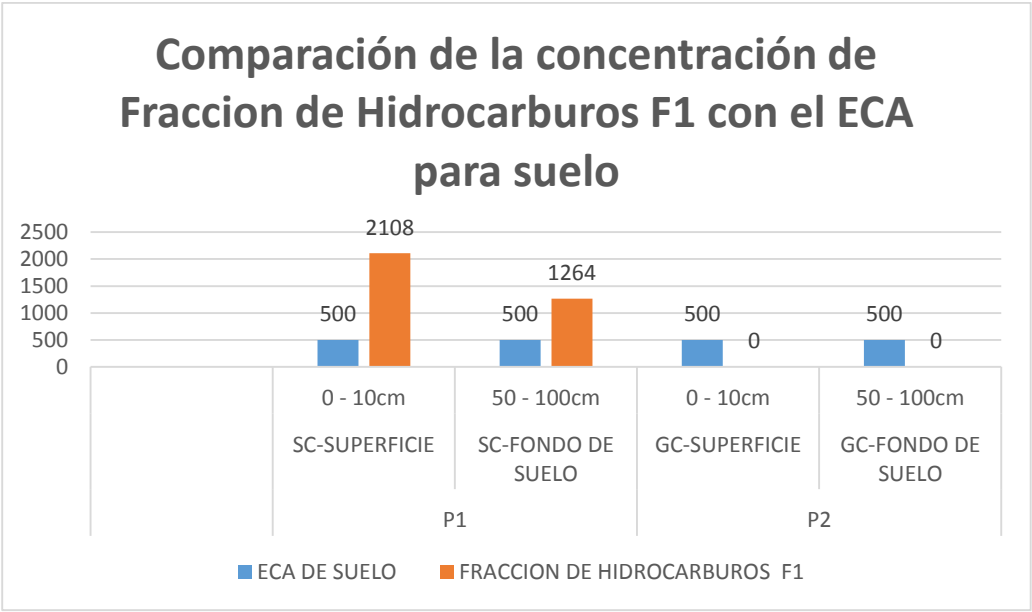


Fig. 11. Gráfico de Comparación de la Concentración de Fracción de Hidrocarburos F1 con el ECA para suelo.

Fuente: Propia

Interpretación:

En la figura 11 se muestra que el ECA para la Fracción de Hidrocarburos F1 es 500 mg/kg, el cual en ambas muestras del punto de muestreo 1 exceden a dicha concentración establecida.

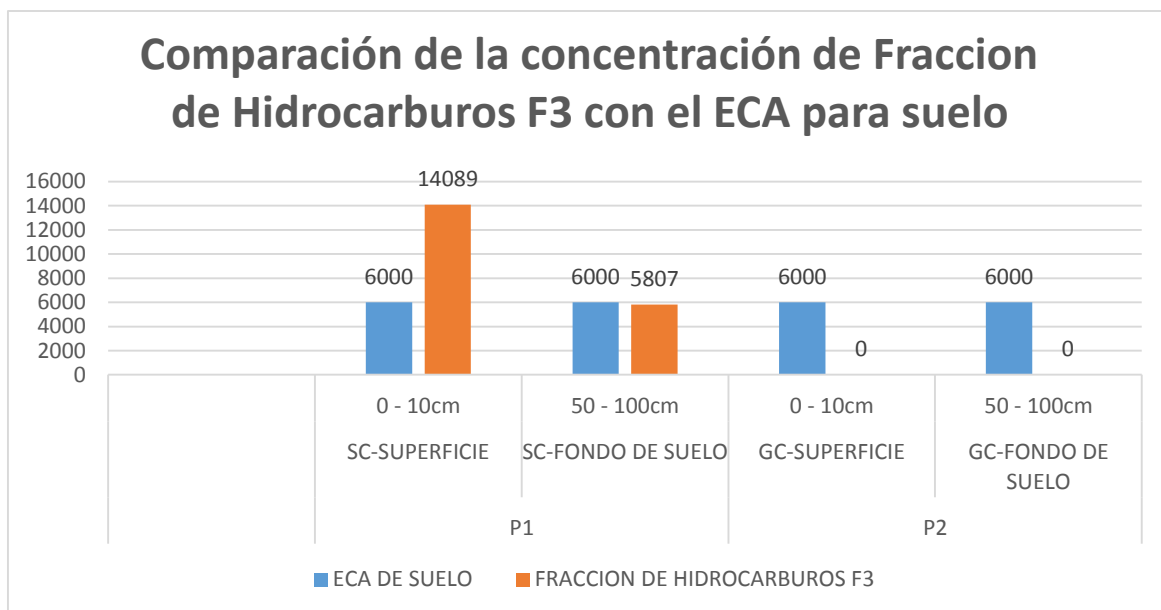


Fig. 12. Gráfico de Comparación de la Concentración de Fracción de Hidrocarburos F3 con el ECA para suelo.

Fuente: Propia

Interpretación:

En la figura 12 se muestra que el ECA para la Fracción de Hidrocarburos F3 es 6000 mg/kg, el cual en la muestra SC-SUPERFIE del punto de muestreo 1 excede a dicha concentración establecida, mientras que la concentración en la muestra SC-FONDO DE SUELO está muy próximo a exceder al valor establecido.

Discusión:

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que las concentraciones de las fracciones de hidrocarburos sobrepasan los valores que establecen los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (D.S. 011-2017-MINAM). Los resultados de la investigación realizado por Enríquez (2016) demuestran que en el punto N°1 del muestreo correspondiente al taller “A”, la cantidad TPH en suelo sobrepaso en 7,67 veces el nivel máximo permisible estipulado en el acuerdo Ministerial N° 097A Edición Especial Año III N-387, 4 de noviembre del 2015; Tabla 2: Criterios de remediación: Uso de suelo Industrial. Así como el punto N°1 del taller “B” y el punto N°2 del taller “B” supero en 6,02 y 5.24 veces correspondientemente la concentración máxima permitida por la Legislación Ecuatoriana. En cuanto al punto

Nº2 del muestreo al taller “A”, se registró una concentración de TPH en el suelo de 337 mg/kg el cual no excede el nivel máximo permisible. Enríquez mediante el resultado de las muestras concluyo que el taller “A” como el taller “B” exceden a los niveles permitidos por su legislación por consecuente la calidad del suelo se ve afectada ya que sus propiedades fisicoquímicas han sido alteradas.

En otro estudio realizado por Manay (2005) menciona que en el Perú no existen Límites Máximos Permisibles para suelo ya que solo se tiene como prioridad agua y aire, por ello su investigación tomó como referencia la norma oficial mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Los resultados de sus análisis de laboratorio demuestran también que para los dos primeros monitoreos demostró que no se registraban valores de concentración de hidrocarburos totales a una profundidad de 30cm. En el tercer muestreo a una profundidad de 15cm se obtuvo una ligera variación en el tipo de suelo, pasando a arena arcillosa registrando concentraciones de TPH de 6721 mg/kg en la planta de asfalto y 23573 gr/Kg en el taller- patio de maquinaria. En los dos últimos monitoreos a 20cm de profundidad se registraron concentraciones de 5580 y 4225 mg/kg para la zona del taller-patio de máquinas, 777 y 970 mg/kg en la planta de asfalto y 23.7 y 112 mg/kg en la zona de combustible.

6.3. Influencia de los Hidrocarburos en la Granulometría y Textura del Suelo

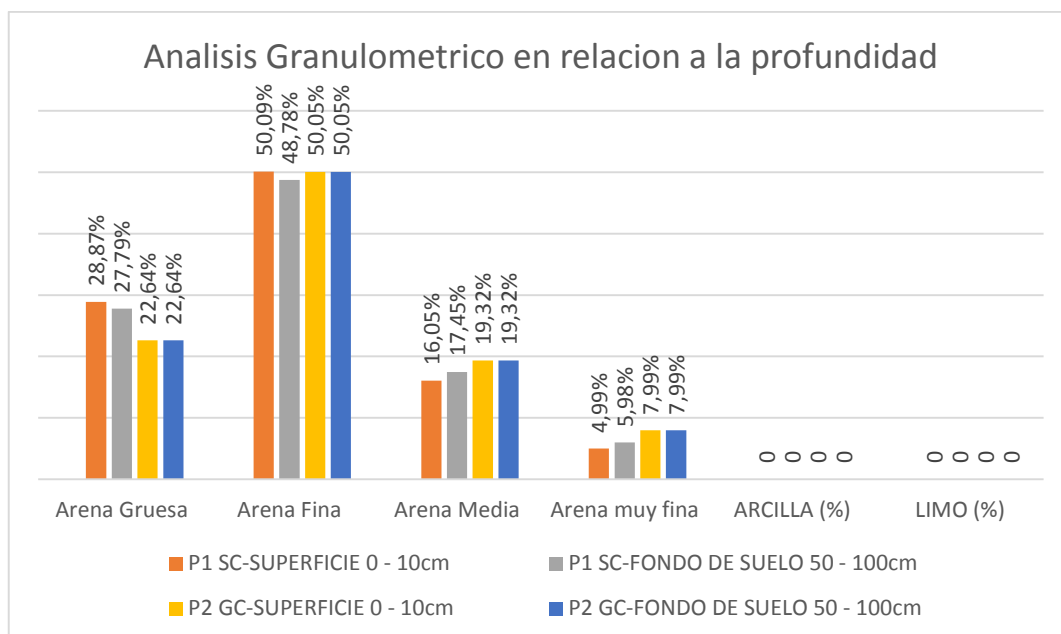


Fig. 13. Gráfico de Influencia de los Hidrocarburos en la Granulometría y Textura del suelo.

Fuente: Propia

En la figura 13 se observa los resultados del análisis granulométrico mediante porcentajes de arena, arcilla y limo. El análisis determinó que el suelo contiene arena más no arcillas y limos.

INTERPRETACION:

La textura en los suelos analizados presenta ciertas variaciones entre los puntos de muestreo y las muestras. En ambos puntos de muestreo poseen la clase textural arenoso. Pero en el punto 1 de muestreo es notable una variación en algunos componentes. La arena gruesa aumenta cuando el suelo posee una mayor concentración de hidrocarburos, en cuanto a los valores de la arena media y arena muy fina disminuyen. El valor de la arena fina se mantiene.

DISCUSION:

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que existen variaciones entre las muestras tomadas, ya que la arena media y arena muy fina disminuyen, pero mantiene la misma clase textural.

Por ende, la investigación de Gonzales (2018) demuestra que los valores de arena aumentan mientras que los valores de arcilla disminuyen cuando existe la presencia de productos derivados de hidrocarburos. Gonzales considera que la textura es un factor importante para poder determinar los posibles efectos de dichos productos al entrar en contacto con el suelo. En dicho estudio la textura varia debido a que las partículas del suelo han adsorbido gran cantidad de residuos de hidrocarburos, provocando así baja retención del agua, pérdida estructural, pH básico y baja CIC.

También en el estudio realizado por Martínez y López (2016) determinaron que cuando hay presencia de gasolina y diésel las propiedades físicas del suelo tal como la textura varia significativamente ya que las arenas se incrementan y disminuyen las arcillas.

6.4. Análisis de la relación entre los vertimientos de las Fracciones de hidrocarburos

F1 y F3 y la Contaminación de los suelos

Ya que se ha obtenido las concentraciones de las Fracciones de Hidrocarburos, se puede realizar el nivel de relación, con el objetivo de encontrar la Contaminación de los suelos, por la incorrecta manipulación y almacenamiento de las Fracciones de Hidrocarburos F1 y F3.

Para el análisis, se realizó la prueba de chi cuadrado para analizar la relación entre la concentración de las Fracciones de Hidrocarburos F1 y F3 y la contaminación del suelo donde estos son vertidos y derramados:

	Concentración Superficial	Concentración Fondo de suelo	Total
Fracción de Hidrocarburos F1	2108	1264	3372
Fracción de Hidrocarburos F3	14089	5807	19,896
Total	16197	7071	23268

Siendo nuestra hipótesis nula y la hipótesis alterna las siguientes:

H_0 = Las dos variables son independientes

H_A = Las dos variables no son independientes

Para rechazar o no la hipótesis nula, calculamos las frecuencias esperadas para cada una de las 4 casillas de la tabla:

$$\frac{16197}{23268} \times \frac{3372}{23268} \times 23268 = 2347.3$$

$$\frac{16197}{23268} \times \frac{19896}{23268} \times 23268 = 13849.7$$

$$\frac{7071}{23268} \times \frac{3372}{23268} \times 23268 = 1024.7$$

$$\frac{7071}{23268} \times \frac{19896}{23268} \times 23268 = 6046.3$$

Seguidamente se calcula el estadístico de prueba del chi cuadrado:

$$\sum_{i=1}^k \left(\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right) = \frac{(2108 - 2347.3)^2}{2347.3} + \frac{(14089 - 13849.7)^2}{13849.7} + \frac{(1264 - 1024.7)^2}{1024.7} + \frac{(5807 - 6046.3)^2}{6046.3} = 93.88$$

Luego se halla el valor crítico con un nivel de significancia del 5%.

Valor Critico con $\alpha=0,05$

Como $\chi_0^2 = 93.9 > 3.84$ entonces rechazamos H_0 (Hipótesis nula).

Interpretación:

Del análisis se determinó que, si existe una relación entre la concentración de fracción de hidrocarburos F1 y F3 y la contaminación de los suelos, es decir cuando el nivel de concentración de fracción de hidrocarburos F1 y F3 es alto, la contaminación del suelo también lo es. Lo mismo ocurriría si la concentración de fracción de hidrocarburos F1 y F3 disminuye, la contaminación de suelos también disminuiría.

CONCLUSIONES

- **Primera:** Los resultados del estudio confirman la relación entre la contaminación de suelo y el derrame de hidrocarburos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada en la presente investigación.
- **Segunda:** Las concentraciones de las fracciones de hidrocarburos F1 y F3 en suelos donde ocurren derrames o vertimientos, superan los ECA para suelos, considerados en la normativa peruana, ya que se excede en 6,74 veces el valor establecido para la Fracción de hidrocarburos F1 y 3,31 veces el valor establecido para la Fracción de hidrocarburos F3.
- **Tercera:** En suelos donde no se produce derrames de hidrocarburos las fracciones de hidrocarburos F1 y F3 se encuentran por debajo de los ECA, considerados en la normativa peruana.
- **Cuarta:** Las fracciones de hidrocarburos F1 y F3 contaminan el suelo hasta un metro de profundidad donde se producen los derrames de estos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los propietarios de los talleres mecánicos a mejorar las condiciones de sus establecimientos, con el fin de almacenar y recolectar la mayor cantidad de residuos de hidrocarburos posible. (Ver anexo 6)
- Se recomienda que el área destinada al almacenamiento de cilindros de aceites usados sea cubierta, para evitar que en tiempos de lluvia los residuos de aceite o de otros contaminantes sean arrastrados a la red de alcantarillado o canal de riego de cultivo. (Ver anexo 6)
- Se recomienda realizar capacitaciones con el objetivo de sensibilizar y entrenar a los trabajadores, en temas de correcta manipulación y control de derrames de hidrocarburos. (Ver Anexo 8)
- Se recomienda realizar otros estudios e investigaciones para la remediación de suelos contaminados por Fracción de Hidrocarburos F1 y F3.

ANEXOS

ANEXO 1

CARTA DE COMPROMISO

Arequipa, 20 de Noviembre de 2018

La empresa **BIKE TUNING** con Ruc. Nro. **10456507137**, conforme lo establecido en el artículo 5.1 del Reglamento de Grado Académico de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Tecnológica del Perú (la "UTP") y dentro del marco de los intereses de la UTP de favorecer acciones de responsabilidad social universitaria con diversas instituciones de la sociedad peruana, se dirige a la universidad para solicitar su contribución en la búsqueda de una solución al siguiente problema:

El parque automotor se está incrementando progresivamente el cual conlleva a que los talleres automotores generen más servicios como: cambios de aceites y engrasado de vehículos, por ende los residuos de hidrocarburos también se incrementan, estos residuos son vertidos al suelo y esto se da porque los talleres no realizan una correcta manipulación y almacenamiento de estos. Con la presente investigación se pretende determinar cómo afecta la incorrecta manipulación y almacenamiento de residuos de hidrocarburos en la calidad de los suelos.

El Problema constituye un tema pertinente y actual en nuestra institución que aún no ha sido resuelto y no forma parte de ningún proyecto en vías de implementación. Es de nuestro interés incluir el Problema en el plan de trabajo para la titulación mediante Tesis denominado:

"Afectación de la Calidad de Suelo por la Incorrecta Manipulación y Almacenamiento de las Fracciones de Hidrocarburos F1 y F3 en la Empresa Bike Tuning, Arequipa – 2018"

Cuyos autores son:

Nombres y Apellidos	Carrera
Karolay Vanessa Yacolca torres	Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera
Greysy Marilia Pari Pilco	Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera

Agradeciendo de antemano la contribución de la UTP en la solución del Problema, nos comprometemos a brindar la información de nuestra empresa que se requiera para el desarrollo de este trabajo, la misma que solo puede ser utilizada para fines estrictamente académicos vinculados al trabajo. Declaramos conocer que, por disposiciones legales, la Tesis será de público conocimiento luego de dos años de su sustentación.

Cordialmente,

Carlos Alfredo Delgado Delgado
Gerente General
D.N.I: 45650713



ANEXO 2

METHOD 8015C

NONHALOGENATED ORGANICS BY GAS CHROMATOGRAPHY

SW-846 is not intended to be an analytical training manual. Therefore, method procedures are written based on the assumption that they will be performed by analysts who are formally trained in at least the basic principles of chemical analysis and in the use of the subject technology.

In addition, SW-846 methods, with the exception of required method use for the analysis of method-defined parameters, are intended to be guidance methods which contain general information on how to perform an analytical procedure or technique which a laboratory can use as a basic starting point for generating its own detailed Standard Operating Procedure (SOP), either for its own general use or for a specific project application. The performance data included in this method are for guidance purposes only, and are not intended to be and must not be used as absolute QC acceptance criteria for purposes of laboratory accreditation.

1.0 SCOPE AND APPLICATION

1.1 This method may be used to determine the concentrations of various nonhalogenated volatile organic compounds and semivolatile organic compounds by gas chromatography. The following RCRA compounds were quantitatively determined by this method, using the preparative techniques indicated.

Compound	CAS No. ^a	Appropriate Technique				
		Purge-and-Trap ^b	Head-space ^a	Direct Aqueous Injection	Azeo. Dist. ^c	Vacuum Dist. ^d
Acetone	67-64-1	pp / ht	x	x	x	x
Acetonitrile	75-05-8	pp	ne	x	x	ne
Acrolein	107-02-8	pp	ne	x	x	x
Acrylonitrile	107-13-1	pp	ne	x	x	x
Allyl alcohol	107-18-6	ht	ne	x	x	ne
t-Amyl alcohol (TAA)	75-85-4	ht	x	ne	ne	x
t-Amyl ethyl ether (TAEE)	919-94-8	x / ht	x	ne	ne	x
t-Amyl methyl ether (TAME)	994-05-8	x / ht	x	ne	ne	x
Benzene	71-43-2	x	x	ne	ne	x
t-Butyl alcohol (TBA)	75-65-0	ht	x	x	x	x
Crotonaldehyde	123-73-9	pp	ne	x	x	ne
Diethyl ether	60-29-7	x	ne	x	ne	ne
Dilisopropyl ether (DIPE)	108-20-3	x / ht	x	ne	ne	x
Ethanol	64-17-5	l	x	x	x	x
Ethyl acetate	141-78-6	l	x	x	x	ne
Ethyl benzene	100-41-4	x	x	ne	ne	x
Ethylene oxide	75-21-8	l	ne	x	x	ne
Ethyl tert-butyl ether (ETBE)	637-92-3	x / ht	x	ne	ne	x
Isopropyl alcohol (2-Propanol)	67-63-0	pp	x	x	x	ne

Compound	CAS No. ^a	Appropriate Technique				
		Purge-and-Trap ^b	Headspace ^c	Direct Aqueous Injection	Azeo. Dist. ^d	Vacuum Dist. ^e
Methanol	67-56-1	l	x	x	x	ne
Methyl ethyl ketone (MEK, 2-Butanone)	78-93-3	pp	x	x	x	x
Methyl tert-butyl ether (MTBE)	1634-04-4	x/ ht	x	x	ne	x
N-Nitroso-di-n-butylamine	924-16-3	pp	ne	x	x	ne
Paraldehyde	123-63-7	pp	ne	x	x	ne
2-Pentanone	107-87-9	pp	x	x	x	ne
2-Picoline	109-06-8	pp	ne	x	x	ne
1-Propanol (n-Propyl alcohol)	71-23-8	pp	x	x	x	ne
Propionitrile (Ethyl cyanide)	107-12-0	ht	ne	x	x	ne
Pyridine	110-86-1	l	ne	x	x	ne
Toluene	108-88-3	x	x	ne	ne	x
o-Toluidine	95-53-4	l	ne	x	x	ne
o-Xylene	95-47-6	x	x	ne	ne	x
m-Xylene	108-38-3	x	x	ne	ne	x
p-Xylene	106-42-3	x	x	ne	ne	x

a Chemical Abstract Service Registry Number

b Purge-and-Trap (Methods 5030 or 5035)

c Azeotropic distillation (Method 5031)

d Vacuum distillation (Method 5032)

e Headspace (Method 5021)

x Adequate response using this technique

ht Method analyte only when purged at 80 °C (high temperature purge)

l Inappropriate technique for this analyte

ne Not evaluated

pp Poor purging efficiency, resulting in higher limits of quantitation. Use of an alternative sample preparative method is strongly recommended. May be amenable to purging at elevated temperature.

1.2 This method may be applicable to the analysis of other analytes, including triethylamine and petroleum hydrocarbons. The petroleum hydrocarbons include gasoline range organics (GRO) and diesel range organics (DRO). The sample preparation techniques are shown in the table below.

Compound	CAS No. ^a	Appropriate Technique			
		Purge-and-Trap	Headspace	Direct Aqueous Injection	Solvent Extraction
Triethylamine	121-44-8	l	ne	x	l
Gasoline range organics (GRO)	--	x	x	x	l
Diesel range organics (DRO)	--	l	x	l	x

a Chemical Abstract Service Registry Number

x: Adequate response using this technique; l: Inappropriate technique for this analyte;

ne: Not evaluated

1.2.1 This method was applied to the analysis of triethylamine in water samples by direct aqueous injection onto a different GC column than is used for any other analytes. Descriptions of the GC column, temperature program, and performance data for triethylamine are provided in this method (see Secs. 6.2.5 and 11.2.6, and Table 6).

1.2.2 GRO corresponds to the range of alkanes from C_6 to C_{10} and a boiling point range of approximately 60 °C - 170 °C (Reference 6). DRO corresponds to the range of alkanes from C_{10} to C_{22} and a boiling point range of approximately 170 °C - 430 °C (Reference 6). The quantitative analyses of these fuel types are based on the procedures described in Sec. 11.11. The identification of specific fuel types may be complicated by environmental processes such as evaporation, biodegradation, or when more than one fuel type is present. Methods from other sources may be more appropriate for GRO and DRO, since these hydrocarbons are not regulated under RCRA. Consult State and local regulatory authorities for any specific regulatory requirements.

1.2.3 This method may be applicable to classes of analytes and to fuel types and petroleum hydrocarbons other than those listed in Secs. 1.1 and 1.2. However, in order to be used for additional analytes, fuel types, or petroleum hydrocarbons, the analyst must demonstrate that the gas chromatographic conditions, including the GC column, are appropriate for the analytes of interest. The analyst must also perform the initial demonstration of proficiency described in Sec. 9.4 and Method 8000. Expansion of this method to other fuel types or petroleum hydrocarbons will also necessitate careful defining of the boiling point range or carbon number range of the material and modification of the quantitation approach to match such ranges. Analysts are advised to consult authoritative sources, such as the American Petroleum Institute (API), for relevant definitions of other fuel types or petroleum fractions.

NOTE: Mention of the analyses of other fuel types and petroleum fractions does *not* imply a regulatory requirement for such analyses, using this or any other method.

1.3 This method can also be used as a screening tool (for both volatile and semivolatile organics) to obtain semiquantitative data to prevent overloading the GC/MS system during quantitative analysis. This may be accomplished using a purge-and-trap method (e.g., Method 5030), an automated headspace method (e.g., Method 5021), direct aqueous injection, or by direct injection, if a solvent extraction method has been utilized for sample preparation. Single-point calibration is acceptable in this situation. Performance data are not provided for screening.

1.4 Prior to employing this method, analysts are advised to consult the base method for each type of procedure that may be employed in the overall analysis (e.g., Methods 3500, 3600, 5000, and 8000) for additional information on quality control procedures, development of QC acceptance criteria, calculations, and general guidance. Analysts also should consult the disclaimer statement at the front of the manual and the information in Chapter Two for guidance on the intended flexibility in the choice of methods, apparatus, materials, reagents, and supplies, and on the responsibilities of the analyst for demonstrating that the techniques employed are appropriate for the analytes of interest, in the matrix of interest, and at the levels of concern.

In addition, analysts and data users are advised that, except where explicitly specified in a regulation, the use of SW-846 methods is *not* mandatory in response to Federal testing

requirements. The information contained in this method is provided by EPA as guidance to be used by the analyst and the regulated community in making judgments necessary to generate results that meet the data quality objectives for the intended application.

1.5 This method is restricted for use by, or under the supervision of, analysts appropriately experienced and trained in the use of a gas chromatograph and skilled in the interpretation of gas chromatograms. In addition, if this method is to be used for the analysis of petroleum hydrocarbons, its use then should be limited to analysts experienced in the interpretation of hydrocarbon data. Each analyst must demonstrate the ability to generate acceptable results with this method.

2.0 SUMMARY OF METHOD

2.1 This method provides gas chromatographic conditions for the detection of certain nonhalogenated volatile and semivolatile organic compounds.

2.2 Depending on the analytes of interest, samples may be introduced into the GC by a variety of techniques, including:

- Purge-and-trap (Methods 5030 or 5035)
- Equilibrium headspace (Method 5021)
- Direct injection of aqueous samples
- Injection of the concentrate from azeotropic distillation (Method 5031)
- Vacuum distillation (Method 5032)
- Following solvent extraction (Methods 3510, 3520, 3535, 3540, 3541, 3545, 3546, 3550, 3560, or other appropriate technique)

2.3 Groundwater or surface water samples generally need to be analyzed in conjunction with Methods 5021, 5030, 5031, 5032, 3510, 3520, or other appropriate preparatory methods to obtain the necessary lower limits of quantitation. Method 3535 (solid-phase extraction) may also be applicable to some of the target analytes, however, this method has not been validated by EPA in conjunction with this determinative method.

2.4 Samples to be analyzed for diesel range organics may be prepared by an appropriate solvent extraction method.

2.5 Gasoline range organics may be introduced into the GC/FID by purge-and-trap (Methods 5030 and 5035), automated headspace (Method 5021), vacuum distillation (Method 5032), or other appropriate technique.

2.6 Triethylamine may be analyzed by direct injection of aqueous samples. This compound has not been found to be amenable to purge-and-trap techniques.

2.7 An appropriate column and temperature program are used in the gas chromatograph to separate the organic compounds. Detection is achieved by a flame ionization detector (FID).

2.8 This method allows the use of capillary or packed columns for the analysis and confirmation of the non-halogenated individual analytes. The GC columns and conditions listed have been demonstrated to provide separation of those target analytes. Other columns and conditions may be employed, provided that the analyst demonstrates adequate performance for the intended application.

2.9 The quantitative analyses of GRO and DRO are based on the definitions provided in Sec. 1.2.2 and the procedures described in Sec. 11.11.

2.10 Given the large number of components to be separated, fused-silica capillary columns are necessary for the analysis of petroleum hydrocarbons, including GRO and DRO, and are recommended for all other analytes. A capillary column is also necessary for the analysis of triethylamine.

3.0 DEFINITIONS

Refer to Chapter One and the manufacturer's instructions for definitions that may be relevant to this procedure.

4.0 INTERFERENCES

4.1 Solvents, reagents, glassware, and other sample processing hardware may yield artifacts and/or interferences to sample analysis. All of these materials must be demonstrated to be free from interferences under the conditions of the analysis by analyzing method blanks. Specific selection of reagents and purification of solvents by distillation in all-glass systems may be necessary. Refer to each method to be used for specific guidance on quality control procedures and to Chapter Four for general guidance on the cleaning of glassware.

4.2 When analyzing for volatile organics, samples can be contaminated by diffusion of volatile organics (particularly chlorofluorocarbons and methylene chloride) through the sample container septum during shipment and storage. A trip blank prepared from organic-free reagent water and carried through sampling and subsequent storage and handling will serve as a check on such contamination.

4.3 Contamination by carryover can occur whenever high-concentration and low-concentration samples are analyzed in sequence. To reduce the potential for carryover, the sample syringe or purging device needs to be rinsed out between samples with an appropriate solvent. Whenever an unusually concentrated sample is encountered, it should be followed by injection of a solvent blank to check for cross contamination.

4.3.1 Clean purging vessels with a detergent solution, rinse with distilled water, and then dry in a 105 °C oven between analyses. Clean syringes or autosamplers by flushing all surfaces that contact samples using appropriate solvents.

4.3.2 All glassware must be scrupulously cleaned. Clean all glassware as soon as possible after use by rinsing with the last solvent used. This should be followed by detergent washing with hot water, and rinses with tap water and organic-free reagent water. Drain the glassware and dry it in an oven at 130 °C for several hours or rinse it with methanol and drain. Store dry glassware in a clean environment.

4.4 The flame ionization detector (FID) is a non-selective detector. There is a potential for many non-target compounds present in samples to interfere with this analysis. There is also the potential for analytes to be resolved poorly, especially in samples that contain many analytes. The data user should consider this and may wish to alter the target analyte list accordingly.

5.0 SAFETY

This method does not address all safety issues associated with its use. The laboratory is responsible for maintaining a safe work environment and a current awareness file of OSHA regulations regarding the safe handling of the chemicals listed in this method. A reference file of material safety data sheets (MSDSs) should be available to all personnel involved in these analyses.

6.0 EQUIPMENT AND SUPPLIES

The mention of trade names or commercial products in this manual is for illustrative purposes only, and does not constitute an EPA endorsement or exclusive recommendation for use. The products and instrument settings cited in SW-846 methods represent those products and settings used during method development or subsequently evaluated by the Agency. Glassware, reagents, supplies, equipment, and settings other than those listed in this manual may be employed provided that method performance appropriate for the intended application has been demonstrated and documented.

This section does not list common laboratory glassware (e.g., beakers and flasks).

6.1 Gas chromatograph – Analytical system equipped with gas chromatograph suitable for solvent injections, direct aqueous injection, headspace, vacuum distillation sample introduction, or purge-and-trap sample introduction, and equipped with all necessary accessories, including detectors, column supplies, recorder, gases, and syringes. A data system for measuring peak heights and/or peak areas is recommended.

6.2 Recommended GC columns

The choice of GC column will depend on the analytes of interest, the expected concentrations, and the intended use of the results. The packed columns listed below are generally used for screening analyses. The capillary columns are necessary for petroleum hydrocarbon analyses and for triethylamine analyses and are recommended for all other analyses.

The columns listed in this section were the columns used to develop the method. The listing of these columns in this method is not intended to exclude the use of other columns that are available or that may be developed. The laboratory may use either the columns listed in this

method or other columns and columns of other dimensions, provided that the laboratory documents method performance data (e.g., chromatographic resolution, analyte breakdown, and sensitivity) that are appropriate for the intended application.

6.2.1 Column 1 -- 8-ft x 0.1-in. ID stainless steel or glass column, packed with 1% SP-1000 on Carbopak-B 60/80 mesh or equivalent.

6.2.2 Column 2 -- 6-ft x 0.1-in. ID stainless steel or glass column, packed with *n*-octane on Porasil-C 100/120 mesh (Durapak) or equivalent.

6.2.3 Column 3 -- 30-m x 0.53-mm ID fused-silica capillary column bonded with DB-Wax (or equivalent), 1- μ m film thickness.

6.2.4 Column 4 -- 30-m x 0.53-mm ID fused-silica capillary column chemically bonded with 5% methyl silicone (DB-5, SPB-5, RTX, or equivalent), 1.5- μ m film thickness.

6.2.5 Column 5 -- 30-m x 0.53-mm ID fused-silica capillary column bonded with HP Basic Wax (or equivalent), 1- μ m film thickness. This column is used for triethylamine.

6.2.6 Wide-bore columns should be installed in 1/4-inch injectors, equipped with deactivated liners designed specifically for use with these columns.

6.3 Detector -- Flame ionization (FID)

6.4 Sample introduction and preparation apparatus

6.4.1 Refer to the 5000 series sample preparation methods for the appropriate apparatus for purge-and-trap, headspace, azeotropic distillation, and vacuum distillation analyses.

6.4.2 Samples may also be introduced into the GC via injection of solvent extracts or direct injection of aqueous samples.

6.5 Syringes

6.5.1 5-mL Luer-Lok glass hypodermic and 5-mL gas-tight syringe equipped with a shutoff valve, for volatile analytes.

6.5.2 Microsyringes -- 10- and 25- μ L equipped with a 0.006-in. ID needle (Hamilton 702N or equivalent) and 100- μ L.

6.6 Volumetric flasks, Class A -- Appropriate sizes equipped with ground-glass stoppers.

6.7 Analytical balance -- 160-g capacity, capable of measuring to 0.0001 g.

7.0 REAGENTS AND STANDARDS

7.1 Reagent-grade chemicals must be used in all tests. Unless otherwise indicated, it is intended that all reagents conform to the specifications of the Committee on Analytical Reagents of the American Chemical Society, where such specifications are available. Other grades may be used, provided it is first ascertained that the reagent is of sufficiently high purity to permit its use without lessening the accuracy of the determination. Reagents should be stored in glass to prevent the leaching of contaminants from plastic containers.

7.2 Organic-free reagent water -- All references to water in this method refer to organic-free reagent water, as defined in Chapter One.

7.3 Methanol, CH₃OH, pesticide quality or equivalent -- Store away from other solvents.

7.4 Fuels, e.g., gasoline or diesel -- Purchase from a commercial source. Low-boiling components in fuel evaporate quickly. As applicable and available, obtain the fuel from the leaking tank on site.

7.5 Alkane standard -- A standard containing a homologous series of *n*-alkanes for establishing retention times (e.g., C₁₀-C₂₂ for diesel).

7.6 Standard solutions

The following sections describe the preparation of stock, intermediate, and working standards for the compounds of interest. This discussion is provided as an example, and other approaches and concentrations of the target compounds may be used, as appropriate for the intended application. See Method 8000 for additional information on the preparation of calibration standards.

7.7 Stock standards -- Stock solutions may be prepared from pure standard materials or purchased as certified solutions. When methanol is a target analyte or when using azeotropic distillation for sample preparation, standards should not be prepared in methanol. Standards must be replaced after 6 months or sooner, if comparison with check standards indicates a problem.

7.8 Secondary dilution standards -- Using stock standard solutions, prepare secondary dilution standards, as needed, that contain the compounds of interest, either singly or mixed together. The secondary dilution standards should be prepared at concentrations such that the aqueous calibration standards prepared in Sec. 7.9 will bracket the working range of the analytical system. Secondary dilution standards should be stored with minimal headspace for volatiles and should be checked frequently for signs of degradation or evaporation, especially just prior to preparing calibration standards from them.

7.9 Calibration standards -- Prepare calibration standards at a minimum of five different concentrations in organic-free reagent water (for purge-and-trap, direct aqueous injection, azeotropic distillation, or vacuum distillation) or in methylene chloride (for solvent injection) from the secondary dilution of the stock standards. For headspace, prepare the standards as directed in Method 5021. One of the standards should be at or below the concentration equivalent to the appropriate lower limit of quantitation for the project. The

Que, de conformidad con lo previsto en el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la Publicidad, Publicación de Proyectos Normativos y Difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS, y el artículo 39 del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM; corresponde disponer la publicación de la propuesta de metodología en el Diario Oficial El Peruano, antes de la fecha prevista para su entrada en vigencia, con la finalidad de permitir a las personas interesadas formular los comentarios y aportes respectivos;

Con los vistos de la Secretaría General, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, la Oficina de Asesoría Jurídica, y en uso de las facultades conferidas en la Ley de Recursos Hídricos, el Reglamento de Organización y Funciones de esta autoridad, aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG, y modificado por Decreto Supremo N° 012-2016-MINAGRI;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Dispóngase la publicación de la presente resolución en el Diario Oficial El Peruano y del documento denominado "Metodología para la determinación del Índice de calidad de agua para los recursos hídricos superficiales en el Perú TCA-PE", en el portal web de la Autoridad Nacional del Agua: www.ana.gob.pe, por el plazo de quince (15) días hábiles, a fin que los interesados remitan sus opiniones y sugerencias a la dirección electrónica siguiente: IndiceCalidadAgua@ana.gob.pe.

Artículo 2.- Encargar a la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, la recepción y análisis de los aportes y comentarios que se presenten respecto al documento citado en el artículo precedente.

Regístrese, comuníquese y publíquese,

ABELARDO DE LA TORRE VILLANUEVA
Jefe
Autoridad Nacional del Agua

1593024-1

AMBIENTE

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

DECRETO SUPREMO
N° 011-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, según lo dispuesto en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA, las que serán remitidas a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante decreto supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, esta entidad tiene como función específica elaborar los ECA, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante decreto supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM se aprueban los ECA para Suelo y, a través del Decreto Supremo N° 002-2014-MINAM se aprueban las disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 013-2015-MINAM se dictan las reglas para la presentación y evaluación del Informe de Identificación de Sitios Contaminados;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado

DIARIO OFICIAL DEL Bicentenario

El Peruano

REQUISITO PARA PUBLICACIÓN DE NORMAS LEGALES Y SENTENCIAS

Se comunica a las entidades que conforman el Poder Legislativo, Poder Ejecutivo, Poder Judicial, Organismos constitucionales autónomos, Organismos Públicos, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, que para efectos de la publicación de sus disposiciones en general (normas legales, reglamentos jurídicos o administrativos, resoluciones administrativas, actos de administración, actos administrativos, etc) con o sin anexos, que contengan más de una página, se adjuntará un CD o USB en formato Word con su contenido o éste podrá ser remitido al correo electrónico normaslegales@editorperu.com.pe.

LA DIRECCIÓN

de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, siendo una de sus funciones específicas, analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental del país;

Que, en mérito a la evaluación técnica realizada por el citado Grupo de Trabajo, se identificó la necesidad de actualizar los ECA para Suelo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 182-2017-MINAM, el Ministerio del Ambiente dispuso la prepublicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba los ECA para Suelo, en cumplimiento del artículo 39 del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente; y la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, que como Anexo forman parte integrante del presente decreto supremo.

Artículo 2.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo como referente obligatorio

Los ECA para Suelo constituyen un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los Instrumentos de gestión ambiental, y son aplicables para aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios.

Artículo 3.- De la superación de los ECA para Suelo

De superarse los ECA para Suelo, en aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios, las personas naturales y jurídicas a cargo de estas deben realizar acciones de evaluación y, de ser el caso, ejecutar acciones de remediación de sitios contaminados, con la finalidad de proteger la salud de las personas y el ambiente.

Lo indicado en el párrafo anterior no aplica cuando la superación de los ECA para Suelo sea inferior a los niveles de fondo, los cuales proporcionan información acerca de las concentraciones de origen natural de las sustancias químicas presentes en el suelo, que pueden incluir el aporte de fuentes antrópicas no relacionadas al sitio en evaluación.

Artículo 4.- Refrendo

El presente decreto supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, la Ministra de Energía y Minas, el Ministro de Salud, el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el Ministro de la Producción, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, y el Ministro de Agricultura y Riego.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Criterios para la gestión de sitios contaminados

Mediante decreto supremo, a propuesta del Ministerio del Ambiente y en coordinación con los sectores competentes, se aprobarán los criterios para la gestión de sitios contaminados, los mismos que regulan las acciones señaladas en el artículo 3 del presente decreto supremo.

Segunda.- Aplicación del ECA para Suelo en los Instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Suelo en los Instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de Instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Suelo se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial correspondiente.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Instrumento de gestión ambiental en trámite ante la Autoridad Competente

Los/as titulares que, antes de la entrada en vigencia de la presente norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del Instrumento de gestión ambiental ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Suelo vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el Instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los/as titulares deberán considerar lo establecido en la Segunda Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Suelo aprobados mediante el presente decreto supremo.

Segunda.- De los procedimientos en trámite para la adecuación de los Instrumentos de gestión ambiental a los ECA

Los procedimientos de adecuación de los Instrumentos de gestión ambiental a los estándares de calidad ambiental (ECA), iniciados con anterioridad a la vigencia del presente decreto supremo, se resuelven conforme a las disposiciones normativas vigentes al momento de su inicio.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única.- Derogación

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, y el Decreto Supremo N° 003-2014-MINAM, que aprueba la Directiva que establece el procedimiento de adecuación de los Instrumentos de gestión ambiental a nuevos Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, al primer día del mes de diciembre del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

CAYETANA ALJÓVIN GAZZANI
Ministra de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ CALDERÓN
Ministro de la Producción

FERNANDO ANTONIO D'ALESSIO IPINZA
Ministro de Salud

BRUNO GIUFFRÀ MONTEVERDE
Ministro de Transportes y Comunicaciones

CARLOS RICARDO BRUCE MONTES DE OCA
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO

Parámetros en mg/kg PS ⁽¹⁾	Usos del Suelo ⁽²⁾			Métodos de ensayo ^{(7) y (8)}
	Suelo Agrícola ⁽³⁾	Suelo Residencial/ Parques ⁽⁴⁾	Suelo Comercial ⁽⁵⁾ / Industrial/ Extractivo ⁽⁶⁾	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽⁸⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ⁽¹⁰⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 ⁽¹¹⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 ⁽¹²⁾ (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 ⁽¹³⁾ (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ⁽¹⁴⁾	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ⁽¹⁵⁾	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ⁽¹⁶⁾
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 8020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F ó ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Notas:

[**] Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

(1) Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

(2) PS: Peso seco.

(3) Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

(4) Suelo residencial/parques: Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

(5) Suelo comercial: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.

(6) Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o la elaboración, transformación o construcción de bienes.

(7) Métodos de ensayo estandarizados vigentes o métodos validados y que cuenten con la acreditación nacional e internacional correspondiente, en el marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Los métodos de ensayo deben contar con límites de cuantificación que estén por debajo del ECA.

- correspondiente al perímetro bajo análisis.
- (8) Para aquellos perímetros respecto de los cuales no se especifican los métodos de ensayo empleados para la determinación de las muestras, se deben utilizar métodos que cumplen con las condiciones señaladas en la nota (7).
- (9) EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, por sus siglas en inglés).
- (10) Este perímetro comprende la suma de Xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno. En el respectivo Informe de ensayo se debe reportar la suma de los Xilenos, así como las concentraciones y límites de cuantificación de los tres (3) isómeros de manera individual.
- (11) Fracción de hidrocarburos F1 o fracción ligera: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen entre seis y diez átomos de carbono (C6 a C10). Los hidrocarburos de fracción ligera deben analizarse en los siguientes productos: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, solventes, gasolina, gas nafta, entre otros.
- (12) Fracción de hidrocarburos F2 o fracción media: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen mayor a diez y hasta veintiocho átomos de carbono (>C10 a C28). Los hidrocarburos fracción media deben analizarse en los siguientes productos: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, gasolina, diesel, turbotina, queroseno, mezcla de creosota, gasolvente, gasolina, gas nafta, entre otros.
- (13) Fracción de hidrocarburos F3 o fracción pesada: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen mayor a veintiocho y hasta cuarenta átomos de carbono (>C28 a C40). Los hidrocarburos fracción pesada deben analizarse en los siguientes productos: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, parafinas, petrolatos, aceites del petróleo, entre otros.
- (14) Suma de siete PCB indicadores: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 y PCB 180.
- (15) De acuerdo con la metodología de Alberta Environment (2009): *Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health*. ISBN No. 978-0-7735-7691-4. En el caso de sitios con presencia de berilina se podrán aplicar los valores establecidos para Bario total real en la Tabla 1. Un sitio con presencia de berilina se determina cuando todas las muestras de suelo cumplen con los valores establecidos para Bario extraíble, de acuerdo con lo indicado en la tabla 1.

Tabla 1. Valores para bario en sitios con presencia de berilina^(a)

Parámetros en mg/kg PB	Uso del suelo		
	Suelo Agrícola ^(b)	Suelo Residencial/Parques ^(c)	Suelo Comercial/Industrial/Extractivo ^(d)
Bario extraíble ^(e) (Extractable Barium)	250	250	450
Bario total real en sitios con presencia de berilina ^(f) (True total Barium at Barite Sites)	10 000	10 000	15 000 ^(h) 140 000 ⁽ⁱ⁾

Notas:

- (a) A efectos de aplicar los valores establecidos para el Bario total, Bario extraíble o Bario total real en sitios con presencia de berilina, corresponde utilizar el procedimiento detallado por Alberta Environment (2009): *Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health*. ISBN N° 978-0-7735-7691-4.
- (b) Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.
- (c) Suelo residencial/parques: Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.
- (d) Suelo comercial: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.
- (e) Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla es la extracción y/o

- aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.
- (f) Se determina mediante la medición en solución extractora 0,1 M CaCl₂ de acuerdo con la metodología establecida por Alberta Environment (2009): *Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health*. ISBN N° 978-0-7735-7691-4.
- (g) Valores aplicables en sitios que cumplen con las concentraciones de Bario extraíble. La concentración del Bario total real se determina mediante las técnicas de fusión XRF o por fusión ICP, de acuerdo con la metodología establecida por Alberta Environment (2009): *Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health*. ISBN N° 978-0-7735-7691-4.
- (h) Suelo comercial.
- (i) Suelo industrial/extractivo.
- (18) DIN: Instituto Alemán de Normalización (Deutsches Institut für Normung, por sus siglas en alemán).

1593392-5

Aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados

DECRETO SUPREMO
N° 012-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, señala que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la citada Ley;

Que, en virtud del numeral 16.2 del artículo 16 de la Ley, los instrumentos de gestión ambiental constituyen medios operativos que son diseñados, normados y aplicados con carácter funcional o complementario para efectivizar el cumplimiento de la Política Nacional Ambiental y las normas ambientales que rigen en el país;

Que, asimismo, según lo dispuesto por el numeral 17.2 del artículo 17 de la Ley, los planes de remediación constituyen un tipo de instrumento de gestión ambiental;

Que, el numeral 30.1 del artículo 30 de la Ley, referido a los planes de descontaminación y el tratamiento de pasivos ambientales, señala que estos están dirigidos a remediar impactos ambientales originados por uno o varios proyectos de inversión o actividades, pasados o presentes; asimismo, precisa que los citados planes deben considerar el financiamiento y las responsabilidades que correspondan a los titulares de las actividades contaminantes, incluyendo la compensación por los daños generados, bajo el principio de responsabilidad ambiental;

Que, de conformidad con el numeral 30.2 del artículo 30 de la Ley, las entidades con competencias ambientales promueven y establecen planes de descontaminación y recuperación de ambientes degradados, y la Autoridad Ambiental Nacional establece los criterios para su elaboración;

ANEXO 4



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1825597

PARI PILCO GREYSY MARILIA

AV ARGENTINA 108 - MARIANO MELGAR

ENV / LB-344841-002

Fecha de Recepción SGS : 30-11-2018
Fecha de Ejecución : Del 30-11-2018 al 10-12-2018
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
GC-SUPERFICIE
GC-FONDO DE SUELO
SC-SUPERFICIE
SC-FONDO DE SUELO

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 10/12/2018

Lizett M. Gonzales Carranza
C.I.P 189253

Jefe de Laboratorio - Sede Arequipa

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao
Arequipa
Cajamarca

t (511) 517 1900
(054) 213 506
(076) 366 092

www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Página 1 de 5

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1825597

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					GC- SUPERFICIE	GC - FONDO DE SUELO
FECHA DE MUESTREO					30/11/2018	30/11/2018
HORA DE MUESTREO					09:20:00	10:02:00
MATRIZ					SUELOS	SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO					SUELOS	SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado
Fracción de Hidrocarburos						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	ES_EPA8015_F1_MG_KG	mg/kg	0.08	0.24	0.00	0.00
Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)	ES_EPA8015_F3_MG_KG	mg/kg	5	15	0.00	0.00
Granulometría y Textura						
Arena Gruesa (1.00-0.50 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	22.64 *	22.64 *
Arcilla (<0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *	0.00 *
Arena Fina (0.25-0.10 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	50.05 *	50.05 *
Arena Media (0.50-0.25 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	19.32 *	19.32 *
Arena muy Fina (0.10-0.05 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	7.99 *	7.99 *
Arena muy Gruesa (2.00-1.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *	0.00 *
Limo (0.05-0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *	0.00 *
Material (<2.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *	0.00 *

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao
Arequipa
Cajamarca

t (511) 517 1900
(054) 213 506
(076) 366 092

Página 2 de 5
www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1825597**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					SC - SUPERFICIE	SC - FONDO DE SUELO
FECHA DE MUESTREO					30/11/2018	30/11/2018
HORA DE MUESTREO					10:37:00	11:25:00
MATRIZ					SUELOS	SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO					SUELOS	SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado
Fracción de Hidrocarburos						
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	ES_EPA8015_F1_MG_KG	mg/kg	0.08	0.24	2,108	659
Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)	ES_EPA8015_F3_MG_KG	mg/kg	5	15	14,089	5,807
Granulometría y Textura						
Arena Gruesa (1.00-0.50 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	28.87*	48.78*
Arcilla (<0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *	0.00 *
Arena Fina (0.25-0.10 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	50.09*	48.78*
Arena Media (0.50-0.25 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	16.05*	17.45*
Arena muy Fina (0.10-0.05 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	4.99*	5.98*
Arena muy Gruesa (2.00-1.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *	0.00 *
Limo (0.05-0.002 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *	0.00 *
Material (<2.00 mm)	ES_NTP339_128	%	--	--	0.00 *	0.00 *

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao
Arequipa
Cajamarca

t (511) 517 1900
(054) 213 506
(076) 366 092

Página 3 de 5
www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1825597**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Arena Gruesa (1.00-0.50 mm)	%	--		1%		
Arcilla (<0.002 mm)	%	--		0%		
Arena Fina (0.25-0.10 mm)	%	--		2%		
Arena Media (0.50-0.25 mm)	%	--		4%		
Arena muy Fina (0.10-0.05 mm)	%	--		0%		
Arena muy Gruesa (2.00-1.00 mm)	%	--		NA		
Limo (0.05-0.002 mm)	%	--		0%		
Material (<2.00 mm)	%	--		NA		
Fracción de Hidrocarburos F1 (C6- C10)	mg/kg	0.24	<0.24	0%	94%	100-101%
Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28- C40)	mg/kg	15	<15	0%	92%	100 - 101%

SGS del Perú S.A.C.

Av. Eimer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Amaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao
Arequipa
Cajamarca

t (511) 517 1900
(054) 213 506
(076) 366 092

Página 4 de 5
www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1825597**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_NTP339_128	Callao	Granulometría y Textura	NTP 339.128, 1ra Ed: 1999, SUELOS. Metodo de Ensayo para el Analisis Granulometrico (Validado)
ES_EPA8015_F1_MG_KG	Callao	Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	EPA Method 8015C. Rev.3: 2007. Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA8015_F3_MG_KG	Callao	Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)	EPA Method 8015C. Rev.3: 2007. Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA, para la matriz en mención.

Para el análisis de Granulometría, los resultados corresponden a los retenidos en cada malla para las arenas. Los resultados de limo y arcilla corresponden a las partículas menores a 0.05um. El porcentaje de material 2mm. Se realiza en muestra independiente. No está incluido este porcentaje en la sumatoria del resto de mallas. Los resultados de las muestras expresados en mg/Kg se calculan sobre base seca.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé publica y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Ultima Revisión Julio 2015

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao
Arequipa
Cajamarca

t (511) 517 1900
(054) 213 506
(076) 366 092

Página 5 de 5
www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS

ANEXO 5



Fig. 14. Cilindros y Waypes usados
Fuente: Propia



Fig. 15. Área de acopio de cilindros.
Fuente: Propia



Fig. 16. Derrames directos al suelo.
Fuente: Propia



Fig. 17. Cilindros, Waypes y Filtros usados.
Fuente: Propia

ANEXO 6

PROPUESTA DE REESTRUCTURACION – AREA DE ALMACENAMIENTO

PARA : Sr. Carlos Delgado Delgado
Gerente General

DE : Greysy Pari Pilco
Karolay Yacolca Torres

ASUNTO : Propuesta de Reestructuración – Área de Almacenamiento

FECHA : 09 de Febrero del 2019

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para indicarle lo siguiente. La empresa por la naturaleza del servicio que brinda recibe unidades vehiculares que constantemente están en reparación y/o mantenimiento, para lo cual el Área de Mantenimiento realiza trabajos de mantenimiento propiamente dicho a los equipos vehiculares y motorizados, lo cual se generan residuos peligrosos como:

- Aceite usado
- Filtros de aceite
- Filtros de combustible
- Combustible para el lavado de herramientas de vehículos
- Waypes impregnados con aceite usado.
- Otros

Se generan al mes un aproximado de: 16 cilindros de aceite usado cada uno de 55 galones.

Actualmente la empresa cuenta con un área de almacenamiento de aceites usados de manera informal, al no contar con ningún tipo de protección, señalización y contenedores adecuados, provoca que el aceite usado este siendo derramado al suelo. Cabe mencionar

que los trabajadores por desconocimiento realizan malas prácticas de manipulación y almacenamiento de los residuos.

Ante ello presentamos la siguiente propuesta:

Al tener un área determinada se presentará mejoras, lo cual no provoca gasto económico en exceso, para ello se requiere:

- Bandejas anti derrames
- Vaciado de concreto
- Techo de polipropileno
- 8 Parihuelas
- 8 Sacos de aserrín/Arena fina
- Elevación de depósitos de aceite usado
- Extintor PQS
- Señalizaciones rombo, uso obligatorio y hoja de seguridad MSDS
- 2 depósitos rojos con tapa para almacenar filtros y waypes

PROPUESTA DE MEJORA:

- La propuesta consiste en colocar unas calaminas de polipropileno como se puede apreciar en la **imagen 18**, ya que es importante almacenar en un área fresca, ventilada, lejos de la luz directa del sol y de fuentes de ignición, y calor.
- Retirar la tierra afectada por el aceite usado, realizar un vaciado de concreto, colocar parihuelas, realizar la elevación de los depósitos.

- Asimismo, IMPLEMENTAR bandejas anti derrames para los cilindros, así evitar el derrame del mismo y evitar la contaminación del suelo, por lo mismo almacenar de manera adecuada los residuos de aceite usado que se generan.
- Por lo mismo es necesario señalizar y capacitar al personal en cuanto alguna contingencia que se pudiera presentar.

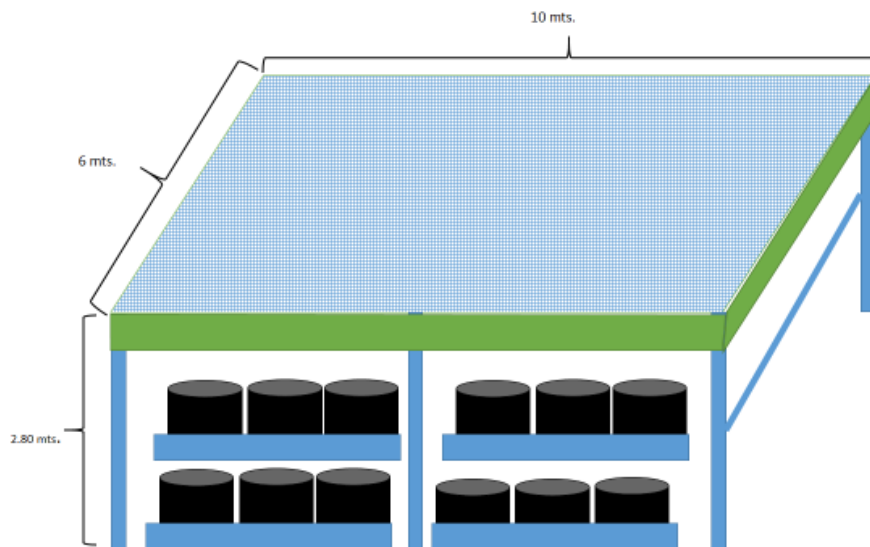


Fig. 18. Modelo de centro de acopio para el almacenamiento temporal de aceites usados de vehículos.
Elaboración: Propia

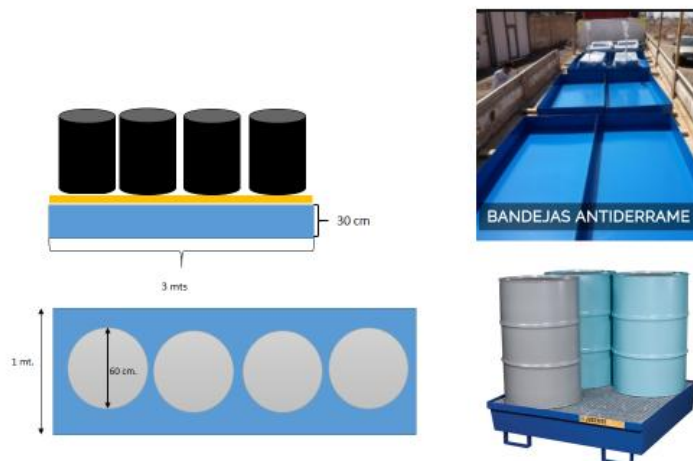


Fig. 19. Modelos referenciales de bandejas anti derrames.
Fuente: Google

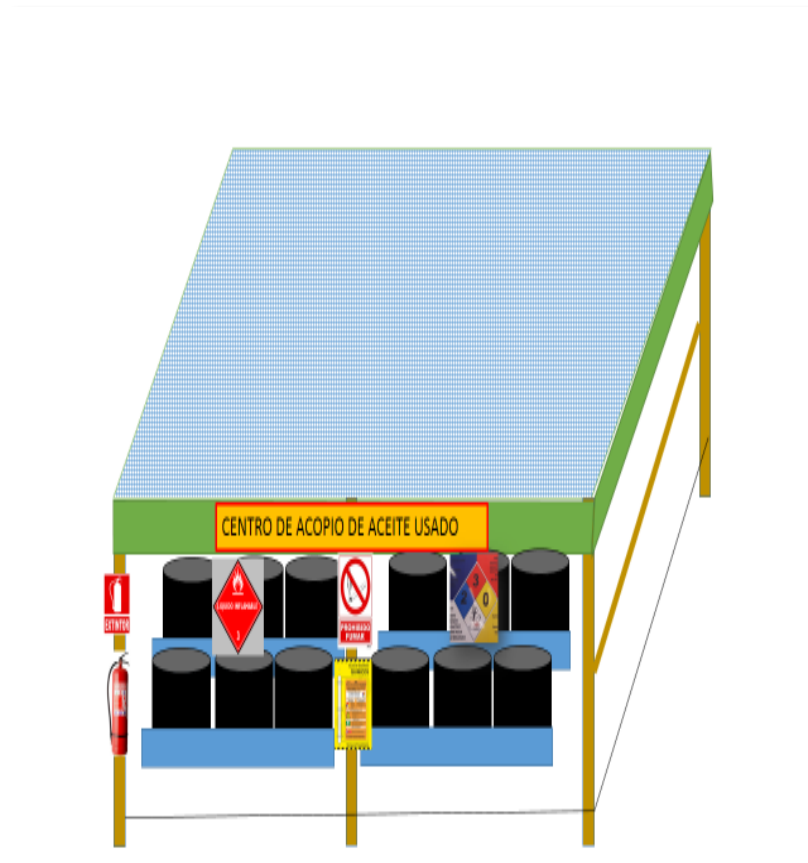


Fig. 20. Centro de acopio con la señalización correspondiente.
Elaboración: Propia

BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

- Evitar sanciones por incumplimiento normativo.
- Menor probabilidades de derrames y emergencias ambientales, producto de la mala gestión de aceite usado.
- Mejoramiento del proceso operacional y gestión de aceite usado
- Imagen ante el cliente interno, velar por la integridad física de todos los colaboradores, así como mantener condiciones y ambientes de trabajo agradables y saludables.

Atte.

ANEXO 7

AMBIENTE

Oficializan el “Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña”, a realizarse en la ciudad de Huaraz

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 136-2016-MINAM

Lima, 2 de junio de 2016

Visto: el Memorando N.° 325-2016-MINAM/SG/OAJ de 26 de mayo de 2016, de la Oficina de Asesoría Jurídica; los Oficios N.° 088 y 106-2016-INAIGEM/PE de 18 de abril y 19 de mayo de 2016, respectivamente, de la Presidencia Ejecutiva del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña – INAIGEM; y demás antecedentes; y,

CONSIDERANDO:

Que, mediante documentos de visto, el Presidente Ejecutivo del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña – INAIGEM, solicita al Ministerio del Ambiente, la oficialización del evento denominado “Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña”, que se realizará en la ciudad de Huaraz, Región Ancash, del 10 al 13 de agosto del presente año; en el que participarán destacados miembros de la comunidad científica del país y del extranjero, tendiente a fortalecer las acciones de fomento y expansión de la investigación científica y tecnológica en beneficio de las poblaciones que viven o se benefician de la riqueza natural que constituyen los glaciares y los ecosistemas de montaña;

Que, mediante el Informe Legal N.° 047-2016-INAIGEM/MAB del Jefe (e) de Equipo de Trabajo de Asesoría Jurídica del INAIGEM y el Informe N.° 013-2016-INAIGEM/ETPP del Jefe del Equipo de Trabajo de Planeamiento y Presupuesto del INAIGEM, ambos de fecha 19 de mayo de 2016, opinan favorablemente sobre la viabilidad legal y presupuestal respecto de la realización del citado evento, por considerar que contribuye en gran medida a fortalecer las acciones de fomento y expansión de la investigación científica y tecnológica con la valiosa participación de científicos nacionales y extranjeros, en beneficio de las poblaciones que viven o se benefician de dichos ecosistemas; y cuentan con la correspondiente disponibilidad presupuestal, la misma que se programó en su Plan Operativo Institucional, aprobado mediante Resolución de Presidencia N.° 053-2015-INAIGEM/PE;

Que, mediante Ley N.° 30286, se crea el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) como organismo técnico especializado adscrito al Ministerio del Ambiente, con personería jurídica de derecho público, con competencia a nivel nacional y autonomía administrativa, funcional, técnica, económica y financiera; y tiene por finalidad fomentar y expandir la investigación científica y tecnológica en el ámbito de los glaciares y los ecosistemas de montaña, promoviendo su gestión sostenible en beneficio de las poblaciones que viven en o se benefician de dichos ecosistemas;

Que, en dicho contexto la organización del Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña, tiene por objeto intercambiar conocimientos y experiencias sobre glaciares y montañas, promoviendo la cooperación nacional e internacional con entidades académicas, el sector productivo y la sociedad civil para la aplicación de la investigación al desarrollo sostenible de las poblaciones de montaña, resultando pertinente su oficialización;

Que, en consecuencia resulta conveniente, tanto para nuestra institución como para el país, la realización del “Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña”;

Con el visado del Viceministerio de Gestión Ambiental, del Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, de la Secretaría General, y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con el Decreto Legislativo N.° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, y su Reglamento de Organización y Funciones aprobado por Decreto Supremo N.° 007-2008-MINAM.

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Oficializar el evento denominado “Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña” que se realizará del 10 al 13 de agosto del presente año, en la ciudad de Huaraz, Región Ancash – República del Perú.

Artículo 2.- Disponer la publicación de la presente resolución en el Diario Oficial El Peruano y en el Portal de Transparencia del Ministerio del Ambiente.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MANUEL PULGAR-VIDAL OTÁLORA
Ministro del Ambiente

1388838-1

Actualizan métodos de ensayo para el análisis de los parámetros de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 137-2016-MINAM

Lima, 2 de junio de 2016

Visto, el Memorando N° 231-2016-MINAM/VMGA del Viceministerio de Gestión Ambiental; así como los Informes N° 0008-2016-MINAM/VMGA/DGCA/RIESGOS de la Dirección General de Calidad Ambiental y N° 090-2016-MINAM/SG/OAJ de la Oficina de Asesoría Jurídica, y demás antecedentes; y,

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, el artículo 31 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, define al Estándar de Calidad Ambiental – ECA, como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas; así como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de conformidad con el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, este Ministerio tiene como función específica elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), que deberán contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados o modificados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM se aprobaron los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, los mismos que son aplicables a todo proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere o pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia;

Que, con Decreto Supremo N° 002-2014-MINAM se establecieron disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, señalando en su Segunda Disposición Complementaria Final que el Ministerio del Ambiente publicará de forma periódica los métodos de ensayo vigentes para el análisis de los parámetros consignados en el Anexo I del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM;

Que, a través del informe del visto, la Dirección General de Calidad Ambiental presenta un proyecto de Resolución Ministerial que actualiza los métodos de ensayo para el análisis de los parámetros del ECA para Suelo, teniendo en consideración que dichos métodos están perfeccionándose continuamente en cuanto a mejoras en los procesos, aclaraciones, recomendaciones e incorporación de nuevas tecnologías, con la finalidad de alcanzar una mayor precisión y exactitud de los resultados; por lo que, corresponde emitir el presente acto resolutorio;

Con el visado del Viceministerio de Gestión Ambiental, la Secretaría General, la Dirección General de Calidad Ambiental y la Oficina de Asesoría Jurídica;

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, que aprueba los ECA para Suelo; el Decreto Supremo N° 002-2014-MINAM, que aprueba disposiciones complementarias para la aplicación de los ECA para Suelo; y, el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Actualizar los métodos de ensayo para el análisis de los parámetros de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, de acuerdo al Anexo que forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 2.- Disponer la publicación de la presente Resolución Ministerial y su Anexo en el Diario Oficial El Peruano, así como en el Portal de Transparencia Estándar del Ministerio del Ambiente.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MANUEL PULGAR-VIDAL OTÁLORA
Ministro del Ambiente

ANEXO

MÉTODOS DE ENSAYO – ECA PARA SUELO

N.º	Parámetros	Métodos de ensayos (3)
I Orgánicos		
1	Benceno (mg/kg PS)	EPA 8260 EPA 8021
2	Tolueno (mg/kg PS)	EPA 8260 EPA 8021
3	Etilbenceno (mg/kg PS)	EPA 8260 EPA 8021
4	Xilenos (mg/kg PS) ⁽⁴⁾	EPA 8260 EPA 8021
5	Naftaleno (mg/kg PS)	EPA 8260 EPA 8021
6	Benzo(a) pireno (mg/kg PS)	EPA 8270
7	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10) (mg/kg PS)	EPA 8015
8	Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg PS)	EPA 8015
9	Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/kg PS)	EPA 8015
10	Bifenilos policlorados – PCB (mg/kg PS) ⁽⁵⁾	EPA 8082 EPA 8270
11	Aldrin (mg/kg PS) ⁽¹⁾	EPA 8081 EPA 8270
12	Endrín (mg/kg PS) ⁽¹⁾	EPA 8081 EPA 8270

N.º	Parámetros	Métodos de ensayos (3)
13	DDT (mg/kg PS) ^{(1) (6)}	EPA 8081 EPA 8270
14	Heptacloro (mg/kg PS) ^{(1) (7)}	EPA 8081 EPA 8270
II Inorgánicos		
15	Cianuro Libre (mg/kg PS)	EPA 9013 / SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F
16	Arsénico (mg/kg PS) ⁽²⁾	EPA 3050 EPA 3051
17	Bario (mg/kg PS) ⁽²⁾	EPA 3050 EPA 3051
18	Cádmio (mg/kg PS) ⁽²⁾	EPA 3050 EPA 3051
19	Cromo VI (mg/kg PS)	EPA 3060/ EPA 7199 o DIN EN 15192
20	Mercurio (mg/kg PS) ⁽²⁾	EPA 7471 EPA 6020 o 200.8
21	Plomo (mg/kg PS) ⁽²⁾	EPA 3050 EPA 3051

EPA: Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)

DIN : German Institute for Standardization

PS : Peso Seco, que puede ser secado antes del análisis o puede ser determinado en paralelo a los análisis del suelo húmedo para su cálculo posterior.

Nota

- (1) : Plaguicidas regulados debido a su persistencia en el ambiente, en la actualidad está prohibido su uso, son Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).
- (2) : Concentración de metales totales.
- (3) : Métodos de ensayo estandarizados vigentes o métodos validados con base a los métodos señalados vigentes y que cuenten con la acreditación correspondiente por un ente acreditador nacional o internacional, éste último que esté dentro de los Acuerdos de Reconocimientos Mutuos por la *International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)*.
- (4) : Suma de Xilenos: orto, meta, y para xilenos.
- (5) : Suma de PCB Indicadores: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 y PCB 180.
- (6) : Suma de DDTs : DDT + DDE + DDD
- (7) : Suma de heptacloro: heptacloro + heptacloro epoxido.

1388430-1

Reconocen el Área de Conservación Privada Bosques Montanos y Páramos Chicuate - Chinguelas, ubicada en el departamento de Piura

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 138-2016-MINAM

Lima, 2 de junio de 2016

Visto, el Oficio N° 248-2016-SERNANP-J de 12 de mayo de 2016, remitido por el Jefe del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - SERNANP; el Informe N° 093-2016-MINAM/SG-OAJ de 25 de mayo de 2016, de la Oficina de Asesoría Jurídica del Ministerio del Ambiente; los antecedentes relacionados a la solicitud presentada por el señor Samuel Laban Clemente, en su calidad de Presidente de la Comunidad Campesina Segunda y Cajas, sobre el reconocimiento del Área de Conservación Privada Bosques Montanos y Páramos Chicuate - Chinguelas; y,

ANEXO 8

**PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO, MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO DE
RESIDUOS DE HIDROCARBUROS
PARA LA EMPRESA BIKE TUNING
DISTRITO CERRO COLORADO – AREQUIPA**



INDICE

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVO
3. ALCANCE
4. MARCO LEGAL
 - 4.1. LEGISLACION NACIONAL
 - 4.2. NORMATIVA APLICABLE
5. ASPECTOS GENERALES
6. RESIDUOS DE HIDROCARBUROS
 - 6.1. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS
7. BUENAS PRÁCTICAS
 - 7.1. RESPONSABILIDADES
 - 7.2. COMPROMISO AMBIENTAL
 - 7.3. CAPACITACIÓN EN TEMAS AMBIENTALES
 - 7.3.1. CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN ANUAL
8. MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO
 - 8.1. IDENTIFICACION Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS
9. ALMACÉN
10. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS
11. DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS

1. INTRODUCCION

La incorrecta manipulación y almacenamiento de residuos de hidrocarburos generados en el mantenimiento de vehículos livianos y pesados, tiene como efecto la contaminación del suelo, dicha afirmación fue corroborada por los resultados del análisis del suelo contaminado y comparado con un suelo colindante al taller.

2. OBJETIVO

Prevenir la contaminación de los suelos por residuos de hidrocarburos F1 y F3, adoptando un plan de manejo manipulación y almacenamiento adecuado de residuos de hidrocarburos.

3. ALCANCE

El siguiente plan tiene como alcance a todos los trabajadores relacionados a las actividades de mantenimiento de la empresa Bike Tuning.

4. MARCO LEGAL

4.1. LEGISLACION NACIONAL

- Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278

4.2. NORMATIVA APLICABLE

- NTP 900.050 Gestión de aceites usados. Generalidades.
- NTP 900.051 Manejo de aceites usados. Recolección.

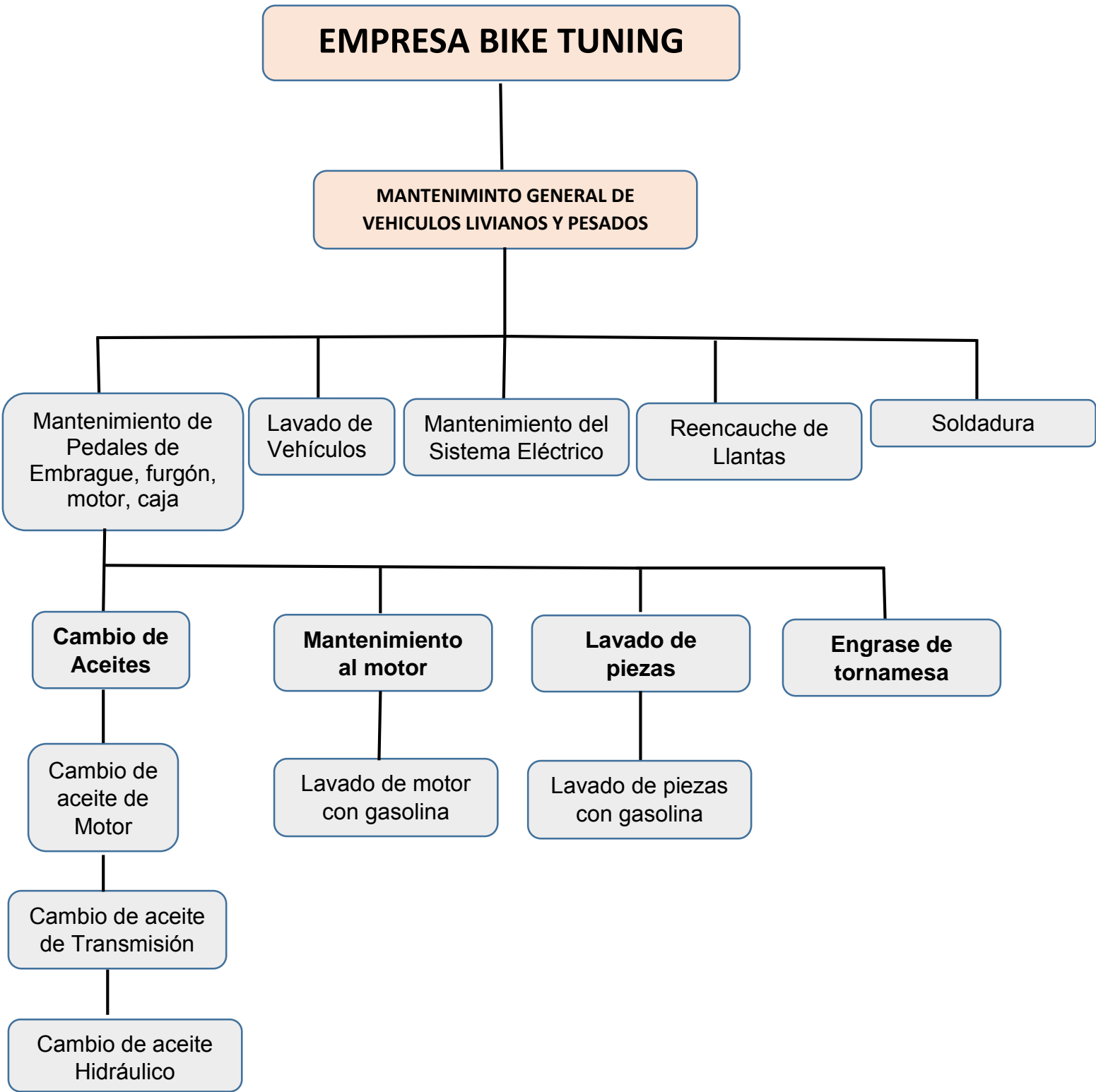
5. ASPECTOS GENERALES

Este plan será aplicado para las actividades de reparación y mantenimiento los cuales se verá mejorar las condiciones de su entorno ambiental y seguridad en el trabajo.

6. RESIDUOS DE HIDROCARBUROS GENERADOS

Al evaluar la empresa Bike Tuning, se verifico que no cumple con las condiciones de seguridad adecuada para el área de almacenamiento de estos derivados del petróleo, no cuentan con kit de control anti derrames, siendo así esta área afectada por residuos de hidrocarburos al contacto directo con el suelo, los cuales se encuentran filtrando.

6.1. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS



7. BUENAS PRÁCTICAS

7.1. Responsables/Responsabilidades

Trabajador:

- Cumplir lo estipulado en el presente documento.

7.2. Compromiso ambiental

El compromiso será de todos los trabajadores relacionados a las actividades de mantenimiento, el empleador en capacitar al personal, el cumplimiento del plan de manejo, manipulación y almacenamiento, con el propósito de fomentar una cultura de seguridad.

7.3. Capacitación en temas ambientales

Se realizarán capacitaciones con el objetivo de sensibilizar y entrenar a los trabajadores, en temas de correcta manipulación, contaminación, y control de derrames de hidrocarburos, establecidos en el plan de manejo, manipulación y almacenamiento, el cumplimiento de este plan será por el Supervisor de Seguridad de Seguridad y Salud en el trabajo el cual ejecutará el siguiente cronograma de capacitación:

7.3.1. Cronograma de capacitación anual

MES	TEMAS	CAPACITADOR
Enero	Correcta manipulación y almacenamiento de hidrocarburos	Supervisor SSOMA
Abril	Control de derrames de hidrocarburos	Supervisor SSOMA
Agosto	Contaminación por residuos de hidrocarburos	Supervisor SSOMA
Diciembre	Buenas prácticas y uso del EPP	Supervisor SSOMA

Las capacitaciones deben incluir por lo menos los siguientes temas:

- Repaso de los reglamentos
 - Fabricación y uso de los productos
 - Protección Ambiental
 - Salud y Seguridad
- Química y Toxicología
- Equipo de protección personal
- Identificación, evaluación y control de peligros

8. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Se recomiendan las siguientes sugerencias para la manipulación y almacenamiento de grasas y aceites lubricantes:

- El uso obligatorio de los EPP, al realizar la manipulación con estos productos.

- Evite el contacto innecesario o directo de la piel con estos productos.
- Tratar en lo posible no llevar ropas empapadas con aceite y otros residuos.
- Elimine los aceites y grasas del cuerpo lavando con abundante agua caliente y jabón.
- Usar cremas protectoras.
- No hacer fuego, No fumar.
- No cortar, soldar, perforar, moler o exponer los recipientes al calor, llamas, chispas, electricidad estática u otras fuentes de ignición. Pueden explotar y ocasionar lesiones.
- No contaminar el suelo ni descargar este producto en drenajes ni alcantarillado.
- Almacenar en un área ventilada, lejos de la luz directa del sol y de fuentes de ignición, y calor.
- Manténgalo lejos de toda fuente de ignición. Use sistemas eléctricos seguros.
- Evite el contacto con el calor y no lo exponga a llama directa.
- Almacenar cantidades mínimas.
- Mantener en cantidad suficiente y fácilmente disponibles materiales absorbentes para productos inflamables con el fin de atender oportunamente fugas y derrames.
- Disponga de extintores para fuegos tipo K.
- Identifique donde se encuentran los dispositivos y medios de protección como extintores, alarmas, rutas de evacuación, etc.
- Inspeccionar periódicamente todos los contenedores.
- Mantener los contenedores herméticamente cerrados y no deben ser dañados.
- Mantener cerrados y en área aisladas los contenedores vacíos.

- Se aconseja guardar los productos químicos en envases de metal.
- Evite los recipientes de plástico ya que en caso de incendio son un peligro adicional porque acumulan cargas electrostáticas.
- NUNCA deje recipientes destapados en el lugar de trabajo.
- Utilice de ser posible aparatos cerrados y puestos a tierra y trabaje siempre bajo un sistema de succión que no permita escapar los vapores inflamables.
- No los transporte ni almacene con sustancias corrosivas, peligrosas al contacto con humedad ni con sustancias oxidantes.
- En lugares donde se almacenan productos combustibles no use montacargas.

8.1. IDENTIFICACION Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

Se debe procurar que todos los residuos sean identificados en su fuente. Esto se logrará usando contenedores separados para los residuos que se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla XII. ETIQUETA DE RESIDUOS Y COLOR DE CONTENEDOR

ETIQUETA DE RESIDUOS	COLOR (RECICLAJE)	COLOR (CONTENEDOR)
Suelo contaminado con hidrocarburo	ROJO	
Trapos contaminados con hidrocarburos, contenedores/pintura y solventes	ROJO	
Filtros usados	ROJO	
Aceites usados	ROJO	
Baterías	ROJO	
Plástico	BLANCO	

Fuente: Propia

9. ALMACEN

- El área de almacenamiento deberá estar construida en materiales no combustibles de tal manera que pueda ser un verdadero aislamiento en caso de un incendio, no se recomiendan materiales prefabricados o inflamables.
- El techo debe ser liviano y fresco.

- Las puertas se prefieren metálicas por ser incombustibles. Se recomienda que abran hacia fuera.
- El área de almacenamiento, deberá estar bien ventilada, protegida de la luz directa del sol, la lluvia y los daños mecánicos.
- El área de almacenamiento debe ser identificada, libre de obstrucciones y accesible solamente a personal capacitado y autorizado.
- No permitir la presencia de fuentes de ignición como cigarrillos encendidos, llamas abiertas o calor intenso en la zona de almacenamiento ni en sus entradas o salidas.
- Las instalaciones eléctricas necesarias deben someterse a mantenimiento programado y periódico. Sin embargo, es preferible que en los cuartos de almacenamiento no exista ninguna instalación eléctrica.
- Almacenar lejos de materiales incompatibles como los productos químicos oxidantes.
- Toda área en la que se almacene líquidos inflamables y combustibles, debe contar con tanques secundarios con el fin de evitar serias contaminaciones ambientales en caso de un derrame y también con el objetivo de poder recuperar el producto.
- Es necesario contar con equipo de emergencia adecuado para este tipo de productos incluyendo absorbentes inertes en cantidad suficiente para atender un vertimiento accidental: equipos de respiración autocontenido, equipos de comunicación, barreras en poliuretano que obstruyan momentáneamente el paso de combustible a fuentes de agua, material absorbente que no sea arena, tierra o aserrín, ya que estos materiales además de ser ineficaces, algunos alimentan el fuego o son difíciles de disponer en forma ecológica.
- Se debe mantener seca la superficie del área de almacenamiento para proteger los contenedores contra la corrosión.

- Asignar un lugar dentro del almacén, de fácil acceso y visibilidad, para colocar las hojas de seguridad.
- Las cantidades a almacenar deben ser las menores posibles, para disminuir el riesgo.
- Debe disponerse del número suficiente de extintores para atender los incendios de pequeña magnitud. Extintores para fuego Clase K.
- Se recomienda la instalación de sistemas de alarma para detección de conatos de incendio, activadas manual o automáticamente.
- Se recomienda la instalación de duchas y lavajos, especialmente si se llevan a cabo operaciones de traspasamiento o transporte.
- Establecer planes de emergencia/contingencia y entrenar a las personas sobre cómo actuar en caso de derrame o incendio.
- Mantener disponibles los números telefónicos de emergencias.

10. MEDIDAS DE PREVENCION DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS

- Etiquetar los envases para residuos con la siguiente nomenclatura: “RESIDUOS ACEITES Y GRASAS” y “COMBUSTIBLE DE DESECHO”.
- Nunca mezclar desechos de lubricantes con otros productos.
- El área de almacenamiento, mantenimiento deberá realizarse sobre superficies herméticas de concreto, que no den paso a los fluidos hacia el suelo o vertientes (Cubetos o canaletas anti derrames).

11. DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS

Los residuos deberán ser transportados a las instalaciones autorizadas, como por ejemplo rellenos sanitarios autorizados por DIGESA.

IDENTIFICACION DE PELIGROS EVALUACION Y CONTROL DE RIESGOS

Código: SSO
Revisión: 01
Fecha: 21/10/2018
Página: 1 de 1

FECHA DE ELABORACIÓN: 21/10/2018

REALIZADO POR : GREYVY PARI PILCO
KAROLAY YACOLCA TORRES

PUESTO DE TRABAJO: MANTENIMIENTO

Descripción de los Medios de Control Activos														Código: SSO			
No.	Actividades	Peligro	Riesgo / Impacto Ambiental o Social	Consecuencias del Peligro en los Trabajadores	F	C	RP	Eliminación	Substitución	Ingeniería o Adaptación	Control Administrativo	Procedimientos de Emergencia (EPP)	E	C	RP	Acción de Respuesta	Notas
1	Posicionar vehículo para su mantenimiento	Unidad en movimiento	Atropellos/choques	Fracturas, golpes, Lesiones	D	5	23				Señalización, Bloqueo y Etiquetado de unidades	EPP Básico	B	3	8	Difusión del PETs	SSOMA
		Falta de señalización y demarcación	Atropellos/choques	Choque	C	3	13				Uso de tacos, conos, señalización, bloqueo y etiquetado de unidades	EPP Básico	B	3	8	Inspecciones planeadas y no planeadas	SSOMA
		Ruido generado por los motores de los vehículos y por la maquinaria	Problemas auditivos	Nerviosismo, Patología Auditiva (Trauma acústico, Hipoacusia, Sordera)	C	3	13				Monitoreo y control de agentes físicos	EPP Básico	B	3	8	Seguimiento del Cronograma de Monitoreo Ambiental	SSOMA
2	Mantenimiento de Pedales de Embrague, furgon, motor, caja	Inadecuada distribución de ambientes de trabajo	Caida a nivel por la desorganización de ambiente de trabajo	Fracturas múltiples, Hemorragias, fisuras, cortes, moretones	C	3	13				Señalizar las áreas de trabajo de acuerdo a la actividad que se realiza en el área	EPP Básico	C	2	9	Inspecciones planeadas y no planeadas	SSOMA
		Materiales inflamables/ Manipulación de productos derivados de hidrocarburos	Exposición, incendio, contacto directo con suelo, emanaciones de gases	Accidente mortal, quemaduras, fracturas, contaminación de aire, contaminación de suelo.	D	4	21			Reestructuración del área de almacenamiento y mantenimiento. Vaciado de concreto. Techado de polipropileno.	Etiquetado de materiales inflamables. Hojas de seguridad MSDS. Rótulo NFPA 704. Plan de Contingencia. Bandejas anticorrosivas. Extintor PCE	EPP Básico	C	3	13	Inspecciones planeadas y no planeadas	SSOMA
		Orden y de limpieza	Generación de condiciones inseguras por disposición inadecuada de materiales, herramientas y equipos.	Lesiones múltiples, accidentes mortales, politraumático	B	3	8			Implementación de contenedores de basura	Capacitaciones en las 5 B orden y limpieza en las áreas de trabajo	EPP Básico	C	1	9	seguimiento de las capacitaciones realizadas	SSOMA
		Falta de barandas o guardas de seguridad	Caidas a distinto nivel	luxaciones, golpes, moretones, heridas, cortes	C	4	17			Andamios o instalación de barandas	Capacitación en trabajos en altura	EPP Especifico	B	3	8	Inspección de Actos y Condiciones Subestándar	SSOMA
		Superficies con bordes y esquinas afilados	Cortes, golpes, caídas a mismo nivel	Hemorragias, contusiones, fracturas	C	3	13			Señalización	Señalización	EPP Básico	B	2	5	Inspecciones planeadas y no planeadas	SSOMA
		Espacio reducido de Trabajo	Problemas disergnomicos, golpes, caídas	Lumbalgia, dorsalgia, contusion ec, estres	C	3	13			Ampliar el lugar de trabajo, reorganización	Señalización	EPP Basico	B	1	3	Inspecciones constantes en el área de trabajo	
3	Mantenimiento del Sistema Eléctrico	Espacio reducido de Trabajo	Problemas disergnomicos, golpes, caídas	Lumbalgia, dorsalgia, contusion ec, estres	C	3	13			Reorganización en el lugar de trabajo		EPP Básico	B	2	5	Inspección de Actos y Condiciones Subestándar	SSOMA
		Conexiones eléctricas con partes expuestas	Contacto eléctrico	Quemaduras de I y II grado, muerte, paros cardíacos, lesiones graves	D	4	21			Asistamiento de equipos electrónicos, cable s	Capacitación en seguridad en equipos electrónicos. Implementación del PETs	EPP Básico	B	4	12	Inspecciones planeadas y no planeadas	SSOMA
		Instalaciones eléctricas en mal estado	Contacto con energía eléctrica	Quemaduras, muerte, asfixia, lesiones graves	C	4	17			Asistamiento de conexiones y mantenimiento	Bloqueo de sistema eléctrico, Capacitación al personal	EPP Especifico	B	3	8	Inspecciones planeadas y no planeadas	SSOMA
		Descargas eléctricas	Contacto con energía eléctrica en baja/media/alta tensión	Incendios, muerte, asfixia, lesiones graves	D	4	21			Pozo a tierra	Capacitación , Señalización	EPP Basico	C	4	17	Inspección de Actos y Condiciones Subestándar	SSOMA
4	Soldadura	Arco eléctrico	Exposición a arco eléctrico	Quemaduras fatales de I y II grado, neuromononitis benigna, fiebre de los humos metálicos	C	4	17				Capacitación	EPP Especifico	B	4	12	Inspección de Actos y Condiciones Subestándar	SSOMA
		Sustancias inflamables y explosivos	Exposición, amagos o incendios	Muerte, enfermedades cutáneas, quemaduras, enfermedades respiratorias, alergias, envenenamiento	D	4	21			etiquetado de líquidos inflamables y una ubicación específica para su almacenamiento.	Capacitación MATPEL. Lucha contra incendio y Evacuación	EPP Básico	B	4	12	Inspecciones planeadas y no planeadas	SSOMA
		Humos de soldadura	Contacto químico (por vía respiratoria y ocular)	Disminución de la visión, envenenamiento, enfermedades respiratorias, cáncer	C	4	17			maximizar la ventilación/artificial o natural en el área de soldadura	Capacitación y concientización del uso obligatorio del EPP	EPP Especifico	B	2	5	Inspecciones planeadas y no planeadas	SSOMA
		Gases comprimidos (oxígeno, acetileno, gas propano)	Caida de botellas/ fallas en las botellas/incendio	Quemaduras graves, intoxicación, intubación, muerte	C	4	17			Inspección de rotulaje y manejo de gases comprimidos		EPP Basico	B	4	12	Inspecciones programadas no programadas	Empresa prestadoras de servicio
		Radiación solar	Exposición prolongada a radiación solar	Quemaduras I y II. Deshidratación, fatiga excesiva, irritación de ojos.	C	4	17			Implementar el suministro de agua en las instalaciones, brindar hidratador	Capacitación sobre la exposición solar	EPP Basico	B	2	5	Inspección de Actos y Condiciones Subestándar	SSOMA
		Superficie Resbaladiza, irregular, Obstáculos en el piso	Caida al mismo nivel	Moretones, lesiones múltiples, heridas	D	3	16			Apertura de Canales de desagüe	Señalización de piso resbaloso	EPP Basico	B	3	8	Inspección de Actos y Condiciones Subestándar	SSOMA
5	Lavado de Vehículos	Falta de orden y de limpieza	Generación de condiciones inseguras por disposición inadecuada de materiales, herramientas y equipos.	Lesiones múltiples, accidentes	D	2	14				Capacitación de las 5 "B"	EPP Básico	C	1	9	seguimiento de las capacitaciones realizadas	SSOMA
		Fluidos a Presión	Golpeado por fluidos a presión	contusiones, moretones.	C	5	26			Inspección a los equipos Presurizados	Capacitación al personal sobre equipos presurizados	EPP Basico	B	5	16	Inspección de Actos y Condiciones Subestándar	SSOMA
6	Reencauche de Llantas	Descargas eléctricas	Contacto con energía eléctrica	Corrientes, golpes, quemaduras, lesiones graves	D	5	26			Asistamiento de equipos electrónicos	Capacitación en trabajos eléctricos	EPP Especifico	C	4	17	Inspección de Actos y Condiciones Subestándar	MANTENIMIENTO
		Ruido	Exposición a Ruido	Nerviosismo, Patología Auditiva (Trauma acústico, Hipoacusia, Sordera)	C	3	13				Charles de 5 minutos, Concientizar al trabajador	EPP Especifico (protector auditivo, oídos)	B	3	8	Inspección de Actos y Condiciones Subestándar	SSOMA
		Vibración debido a máquinas o equipos	Exposición a vibraciones	Producen síndrome de mano-trabajo	C	2	9			Mantenimiento apropiados de las herramientas pueden reducir drásticamente la exposición a las vibraciones	Charles de 5 minutos, Concientizar al trabajador	EPP Basico	B	2	5	Inspecciones programadas no programadas	SSOMA
		Material inflamable	Incendios	Quemaduras	C	4	17				Capacitación en manejo de extintores, primeros auxilios	EPP Basico	B	4	12	Inspecciones programadas no programadas	SSOMA

VALORACION DE PROBABILIDAD Y SEVERIDAD

SEVERIDAD	5 Catastrófico	11	16	20	23	25
	4 Mayor	7	12	17	21	24
	3 Medio	4	8	13	18	22
	2 Menor	2	5	9	14	19
	1 Insignificante	1	3	6	10	15
		A Muy raro	B Poco probable	C Podría suceder	D Probable	E Casi Seguro
		PROBABILIDAD				

BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. Brady y R. Weil, Nature and Properties of Soils, New York: Pearson, 2002.
- [2] J. Tamayo, J. Salvador, A. Vásquez y R. De la Cruz , La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país, Lima: Osinergmin, 2015.
- [3] L. Domínguez, Reciclaje y reutilización de aceites lubricantes automotrices usados, Xalapa Enriquez: Universidad Veracruzana, 2015.
- [4] A. Torrecillas Tormo, Aceites Lubricantes próticos derivados de ácido oleico. Estudio de su capacidad para interactuar con aleaciones de Al - Cu, Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2012.
- [5] M. Ballesteros, Caracterización, especificaciones y aplicaciones de normas para lubricantes automotores, industriales y embarcaciones, Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2011.
- [6] D. Salazar Pérez, F. García Baizabal, A. López Velázquez, R. A. Franco, E. J. Alvarez Sánchez, L. García González y J. Hernández Torres, «El ciclo de evolución de los lubricantes,» *ContactoS*, nº 97, pp. 62-68, 2015.
- [7] D. Khordor, A. Rincón y M. Osorio, Comparación de los métodos de titulación potenciométrica y conductimétrica para la determinación del TAN y TBN en aceites lubricantes, Maracaibo: Universidad Rafael Urdaneta, 2014.
- [8] L. Montoro, Contribución al desarrollo y mejora de técnicas para la detección y análisis de partículas metálicas y contaminantes en aceites lubricantes usados, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2005.
- [9] L. Viteri y J. Jaramillo, Análisis de la Degradación de aceites lubricantes y propuesta de planes de mejora para el mantenimiento del equipo pesado del ilustre municipio de cantón archidona, Riomba: Escuela Politécnica Superior del Chimborazo, 2011.

- [10] G. E. Enriquez Jaramillo, Diagnostico del impacto ambiental causado por los aceites automotrices usados en la ciudad de Piñas, El Oro, Ecuador, Cuenca: Universidad del Azuay, 2016.
- [11] R. Rendon, «Entendiendo la clasificacion de viscosidad SAE y de desempeño API,» LUBRAL Lubricantes de América S.A de C.V, 27 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.lubral.com/entendiendo-la-clasificacion-de-viscosidad-sae-y-de-desempeno-api/>. [Último acceso: 14 10 2018].
- [12] Y. De Vita, Aditivos para lubricantes para motores a gasolina, Merida: Universidad de los Andes, 1995.
- [13] M. Chuqui y J. Romero, Propuesta de implementacion de una planta de regeneracion de aceites lubricantes usados en la ciudad de Cuenca empleando el proceso de extraccion con propano, Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana, 2017.
- [14] E. Aranzabe y A. Málaga, «Lubrication Management,» A Bureau Veritas Group Company, 03 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://lubrication-management.com/2017/11/03/apariencia-color-textura-y-olor-de-las-grasas-lubricantes/>. [Último acceso: 09 Octubre 2018].
- [15] *NLGI GRADES*, National Lubricating Grease Institute, 2017.
- [16] P. R. Albarracin Aguillón, Tribologia y Lubricacion Industrial y automotriz, Santander: Barrancabermeja : Talleres Gráficos de Litochoa, 1993.
- [17] *Estandares de Calidad Ambiental para suelo*, D.S. N° 011- 2017: Ministerio del Ambiente.
- [18] G. Duque Escobar, *Manual de Geologia para Ingenieros*, Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- [19] D. Braja M, Fundamentos de Ingenieria Geotecnica, Cuarta ed., S. Cervantes Gonzalez, Ed., Henderson, Nevada: CENGAGE Learning, 2015.
- [20] L. Gonzales de Vallejo, M. Ferrer, L. Ortuño y C. Oteo, Ingenieria Geologica, Madrid: PEARSON EDUCACION, 2002.
- [21] A. R. Juarez Badillo, Mecanica de Suelos, Mexico: LIMUSA, 2001.
- [22] M. Salgado de la Sancha, *Los efectos adversos en suelos de los derrames de gasolina y su mitigacion*, Morelos: Consultores Técnicos en Impacto Ambiental, 2004.
- [23] R. Ellis Jr y R. Adams, «Contamination of Soils By Petroleum Hydrocarbons,» *Department of Agronomy, Kansas State University*, vol. 13, nº 26, pp. 197-216, 1961.
- [24] R. Masías Puma, E. D. Pichuca Chanqueti y R. A. Pariona Gutierrez, Implementacion del plan y manejo de reciclaje de lubricantes en el taller mecanico de motos Ssenda para reducir la contaminacion ambiental en el distrito de Ate, Lima: Instituto de Educacion Superior Tecnologico Avansys, 2017.
- [25] R. Grob y E. Barry, Modern Practice of Chromatography, Wiley Interscience, 2004.

- [26] H. Crescencio, *Metogología Analítica para la Determinacion de Hidrocarburos Fracción Media en Muestra de Suelos*, Mexico: Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, 2007.
- [27] J. Pinedo Alonso, *Evaluacion de riesgo en suelos afectados por hidrocarburos de petroleo*, Santander: Universidad de Cantabria, 2014.
- [28] M. Castellanos, R. Isaza y J. Torres, «Evaluación de los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) sobre suelos urbanos en Maicao, Colombia,» *Revista Colombiana de Quimica*, vol. 44, nº 3, pp. 11-17, 2015.
- [29] *Limites maximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterizacion y remediacion*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2005.
- [30] A. Gómez Oviedo, *Efecto de los hidrocarburos en suelos arenosos de la mesa de guanipa-venezuela y propuesta de tratamientos alternativos para la recuperacion de suelos contaminados con gasoil y aceites dielectricos con bcp*, Madrid: Universidad Politecnica de Madrid, 2012.
- [31] J. E. Ortiz Tubón, *Determinacion de los efectos ambientales provocados por la contaminacion de vertidos y descargas de aceites, grasas y lubricantes provenientes de las lubricadoras, ubicadas en la lotizacion gonzales; que afectan al estero orienco...*, Loja: Universidad Nacional de Loja, 2016.
- [32] M. A. Guevara Pabón, *Análisis de los efecos ambientales, provocados por el manejo de aceites provenientes de las lubricadoras de la Ciudad del Puyo, Cantón Pastaza*, Puyo: Universidad Estatal Amazónica, 2012.
- [33] A. Zamora, J. Ramos y M. Arias, «Efecto de la contaminacion por hidrocarburos sobre algunas propiedades quimicas y microbiologicas de un suelo de sabana,» *Bioagro*, vol. 24, nº 1, pp. 5-12, 2012.
- [34] S. L. Pérez Robles, I. C. Silva melo, G. A. Peñuela Mesa y S. A. Cardona Gallo, «Evaluacion de biocombustibles e hidrocarburos del petroleo (gasolina y diesel) en un suelo: Proceso de transporte y biorremediacion,» *Escuela de Ingenieria de Antioquia*, vol. 12, nº 2, pp. 21-46, 2015.
- [35] J. Cavazos Arroyo, B. Pérez Armendáriz y A. Mauricio Gutiérrez, «Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agricolas de Acatzingo, Puebla, Mexico,» *Agricultura, sociedad y desarrollo*, vol. 11, nº 4, pp. 539-550, 2014.
- [36] O. Vilchez Fernández y M. Ulloa Carcasés, «Evaluacion del impacto ambiental por presencia de hidrocarburos en el fundo. Los Clavelitos,» *Mineria y Geologia*, vol. 31, nº 3, pp. 91-108, 2015.
- [37] M. Méndez, L. Rennola, M. Peña y P. Rodriguez, «Determinacion de hidrocarburos totales de petroleo (TPH) usando CG-FID en suelos de un patio de tanques en desuso situado en Catia La Mar-Venezuela,» *Ciencia e Ingenieria*, vol. 32, nº 1, pp. 31-37, 2010.
- [38] F. A. Villavicencio Valdez, *La contaminacion por hidrocarburos en los talleres mecánicos del área urbana en el Cantón Jipijapa*, Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2018.

- [39] V. Martínez y F. López, «Efecto de hidrocarburos en las propiedades físicas y químicas de suelo arcilloso,» *Terra Latinoamericana*, vol. 19, nº 1, pp. 9-17, 2001.
- [40] A. Cardozo Motta, D. F. Polania Rojas y J. Rodolfo Gonzales, Diagnostico ambiental de la generacion y manejo de los residuos peligrosos (RESPEL) generados por los centros de servicios especializados en el mantenimiento motociclistico de Ibagué-Tolima, Ibagué: Universidad del Tolima, 2014.
- [41] J. I. Bedón Tayán, Diagnostico de la Contaminacion Ambiental causada por Aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el GAD de Ibarra, Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2018.
- [42] L. A. Barrera Gallegos y F. A. Velecela Romero, Diagnostico de la contaminacion ambiental causada por aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el Gobierno Autonomo descentralizado del Canton Azogues, Azuay: Universidad Politecnica Salesiana, 2015.
- [43] L. A. Manzanarez Jiménez y M. G. Ibarra Ceceña, «Diagnostico del uso y manejo de los residuos de aceite automotriz en el Municipio del Fuerte, Sinaloa,» *Ra Ximhai*, vol. 8, nº 2, pp. 129-137, 2012.
- [44] R. M. Vale Capdevila, R. M. Pérez Silva y M. Ramírez Gotario, «Valoracion del impacto ambiental en una productora de aceites y grasas lubricantes,» *Revista Cubana de Química*, vol. 28, nº 2, pp. 736-750, 2016.
- [45] S. Huaquisto Caceres, Efecto del aceite residual de la maquinaria pesada en los factores fisico mecanicos del suelo, Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2014.
- [46] A. Manay Gastelo, Determinacion del grado de contaminacion del suelo por hidrocarburos en la obra culminacion de la carretera Iquitos - Nauta - 2004, Moyobamba: Universidad Nacional de San Martin - Tarapoto, 2005.
- [47] R. Masías Puma, E. D. Pichuca Chanqueti y R. A. Pariona Gutierrez, Implementacion del plan y manejo de reciclaje de lubricantes en el taller mecanico de motos Ssenda para reducir la contaminacion ambiental en el distrito de Ate Vitarte año 2017, Lima: Instituto de Educacion Superior Tecnologico AVANSYS, 2017.
- [48] J. F. Marcelo Bazán, Análisis de hidrocarburos totales de petroleo (C10-C40) y de hidrocarburos aromáticos policíclicos (fenantreno, pireno y benzo(a) antraceno) para muestras de aguas y suelos mediante cromatografia de gases, Lima: Universidad Nacional de Ingenieria, 2013.
- [49] C. A. Mamani Cutipa, Influencia de aceites residuales de vehiculos motorizados en los parametros de resistencia de suelos finos, Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017.
- [50] D. W. Cornejo Escurra, Mejoramiento de la calidad de suelos contaminados con Fracción de hidrocarburos F2 a partir de la fitorremediación empleando la *Typha latifolia* (Totora) y biocarbón, Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.
- [51] J. F. Gonzales Bellido, Estudio de la contaminacion de suelos por residuos de hidrocarburos y propuesta de manejo ambiental de los talleres de mecanica automotriz del distrito de San Jeronimo-Cusco, Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018.

- [52] R. Sierra Bravo, *Técnicas de investigación social*, Madrid: Ediciones Paraninfo S.A, 1995.
- [53] National Employee Development Staff, *USDA Textural Classification*, Washington D.C. : United States Department of Agriculture, 1987.
- [54] L. Borselli, *Geotecnia I*, Mexico: Instituto de Geología, 2017-2018.
- [55] W. Fong, E. Quiñones y C. Tejada, «Caracterización Físico-Química de aceites usados de motores para su reciclaje,» *Prospectiva*, vol. 15, nº 2, pp. 135-144, 2017.
- [56] Ministerio del Ambiente, *Guía para el muestreo de suelos*, Lima: Ministerio del Ambiente, 2014.
- [57] J. N. Palomo, *Manipulación y Ensamblaje de Tuberías*, Madrid: Ediciones Paraninfo S.A, 2015.
- [58] M. Rimapa Ruiz, *Disposición final de los aceites lubricantes usados en la ciudad de Iquitos - Diagnóstico Situacional*, Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2011.
- [59] G. Castro Valera, *Informe final Diseño Monitoreo frente derrames de hidrocarburos*, Quillota: Servicio Agrícola y Ganadero, 2007.
- [60] F. Morales Ciudad, *Evaluación ambiental de una planta de abastecimiento de combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos*, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2003.